海洋出版社

方宗熙文集

58.419
119

中国科学院
图书馆藏

中科院植物所图书馆
S0011928

海 洋 出 版 社
1993年·北京

26078

内 容 介 绍

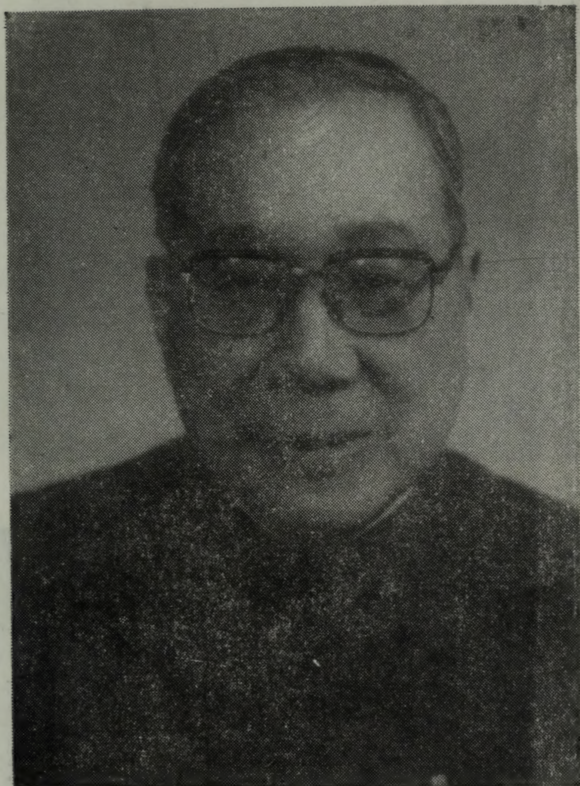
全书收辑方宗熙有关海藻遗传育种和其他方面的论文共32篇。书中还编入了作者传略、照片。书后列有作者全部专著和论文目录。

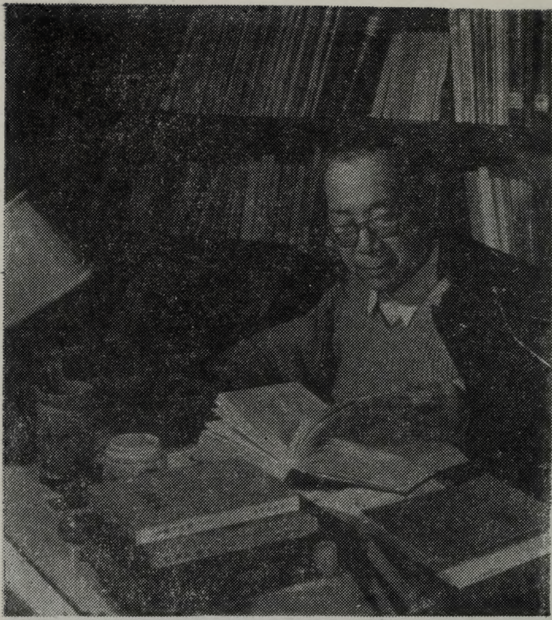
本书可供生物学、遗传育种学、海洋生物学、水产学等科技和教学人员阅读。

责任编辑　庄一纯
责任校对　金玉筠

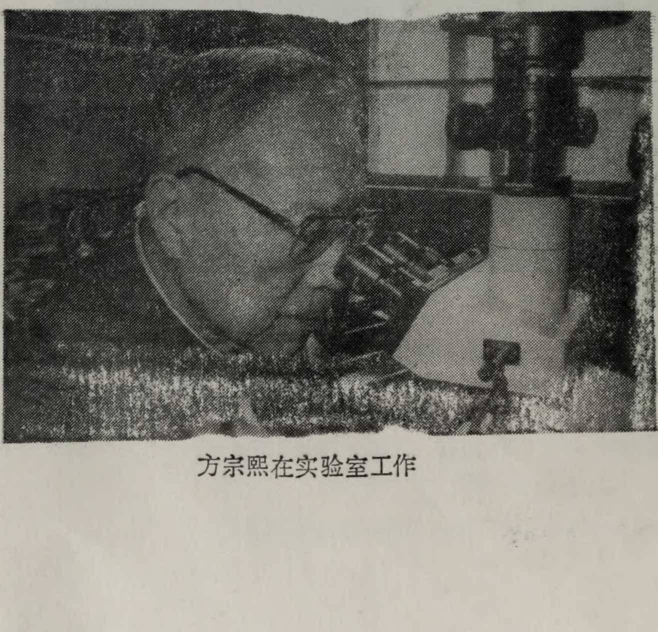
（京）新登字087号

方宗熙文集
*
海洋出版社出版（北京市复兴门外大街1号）
新华书店北京发行所发行　国防科工委印刷厂印刷
开本：850×1168 1/32　印张：10　字数：300千字　插页：1
1993年2月第一版　1993年2月第一次印刷
印数：1—320
*
ISBN 7-5027-0221-0/Q·20　定价：12.00元





方宗熙在著作



方宗熙在实验室工作

目　录

方宗熙传略……………………………………………………（Ⅰ）
海带自然种群的遗传性及其利用前途……………………（1）
海带"海青一号"的培育及其初步的遗传分析…………（7）
海带柄长的遗传……………………………………………（24）
密植对海带柄长影响的初步观察…………………………（35）
从海带的遗传育种工作谈育种的一般原理………………（42）
低剂量X射线对海带配子体的刺激效应…………………（54）
$Co^{60}\gamma$ 射线对海带幼孢子体的影响…………………………（63）
海带叶片长度遗传的进一步研究…………………………（71）
温度和遗传对海带雌配子体细胞数目和成熟速度的
　影响………………………………………………………（82）
海带长叶品种的培育………………………………………（97）
海带变异的初步分析………………………………………（108）
海带雌配子体对维生素C的反应…………………………（115）
海带孤雌生殖的初步观察…………………………………（129）
略谈生命的属性
　——一评莫诺的《偶然性与必然性》…………………（141）
海带的染色体………………………………………………（156）
突变的必然性与偶然性
　——二评莫诺的《偶然性与必然性》…………………（163）
海带雌性孢子体的首次记录………………………………（178）
生物进化的性质
　——三评莫诺的《偶然性与必然性》…………………（180）
海带配子体无性生殖系培育成功…………………………（198）
海带单倍体遗传育种的实验………………………………（201）
裙带菜的孤雌生殖及其后代的遗传特点…………………（213）

中美合作研究用植物细胞微核监测环境污染物的报告……………………………………………………（220）
4-碘苯氧乙酸影响海带配子体和幼孢子体生长发育的研究……………………………………………（226）
海带的一个自然突变型………………………………………（233）
过氧化物酶同功酶在海带和裙带菜各部分分布的初步分析……………………………………………（240）
用酶法分离紫菜营养细胞和原生质体获得成功…………（245）
海带"单海一号"新品种的选育——用海带单倍体材料培育新品种……………………………………（249）
海带杂种优势的实验…………………………………………（260）
二十五年来的海藻遗传学研究……………………………（264）
裙带菜若干纯系雌性孢子体的观察………………………（268）
海带杂种优势的研究和利用——"单杂十号"的培育……………………………………………………（272）
孟德尔遗传学与我国海藻的遗传研究……………………（285）
著作目录……………………………………………………（294）

方宗熙传略

方宗熙同志是中国海藻遗传育种工作的奠基者。海带单倍体遗传育种的成功，使他在海藻遗传育种的领域里享有国际声誉。他认为海洋生物学的基本任务是研究海洋生物的生长发展规律，探索增殖有益生物和防除有害生物的原理和方法，为人类造福，他又认为一切事物都是一分为二的：环境改变了，生物必然要发生变异，这是必然性；但是，生物的变异可能在这个个体发生，也可能在那个个体发生，可能这样出现，也可能那样出现，这就是偶然性。不言而喻，偶然性的基础是必然性，离开必然性，就没有偶然性。他的这种看法，使他在开展海带遗传育种的科学实验中，取得了丰硕的成果。

一

1912年4月6日（农历2月19日），方宗熙同志出生在福建省云霄县城郊一户小手工业者的家庭；兄弟姊妹共八人，他排行第四。他的祖父靠烧窑维持一家生计，他的父亲继承祖业，经常入不敷出。他自幼酷爱读书，全家人节衣缩食，才能让他上学。假期里，他常去乡间的舅父家打柴放牛，混口饭吃，减少家里的负担。

在学校里，他博览群籍，除了课本，中外著名小说、剧本、历史故事，乃至一些马列主义的启蒙读物他都感兴趣；并喜填词、写旧体诗。他的语文水平，在班上名列前茅。初中毕业那年，他在小学老师庄少青的带领下跑到广东饶平，参加了广东北伐军武装宣传队。庄少青先生后来牺牲了，他便用“少青”作笔名来纪念自己敬爱的启蒙老师。

二

1929年，方宗熙同志在云霄中学毕业，考入了厦门大学。因成绩优异，先后得到了福建省清寒奖学金和陈嘉庚先生奖学金。在厦大期间，他每天的生活很有规律：黎明即起，早餐前先念书一、二小时，课余主要参加实验室工作，晚上多半埋首在图书馆，那里有他的“固定”座位。许多科学术语不好懂，越是难懂，他越要钻进去弄懂它，他反对不求甚解的读书方法。上课时他注意听讲，注意写笔记，不懂的地方，下课后就向老师请教。他不吸烟、不喝酒，有钱就买书，平时不串门，有人就赐给他一个“书呆子”的外号。除了钻研科学知识外，他还参加各种社会活动，曾任厦门大学生物学会的主席，主办这个学会的《生物学会刊》，常写诗歌和散文投稿于进步报章杂志，作品题材广泛，很受人们欢迎。

方宗熙同志在厦门大学选修的主系是生物系，副系是化学系。他最感兴趣的是遗传学和进化论。大学二年级时，他参加了校内生物博物馆整理鱼类标本的工作，进行形态分类的研究。三年级时，兼任厦门大学附中的生物学教员，同时进行科学研究，写出了论文《鲨鱼的解剖》。四年级时，除了主编《生物学会刊》和主办海洋生物标本展览外，还写出了名为《大鲑鱼的解剖》的毕业论文，取得了理学士学位。1936年毕业后，他留校任助教，主要研究鱼类学。在此期间，他翻译了基因学说创立者摩尔根的《进化的物质基础》一书，并经常在厦门的报纸上发表科普文章，介绍生物学知识。1937年，他准备投考清华大学招收的出国研究生，但因“七七”事变，日寇侵占华北而作罢。

三

抗日战争时期，方宗熙同志经友人介绍，到印度尼西亚苏门答腊岛巨港的中华学校教书并兼任教务主任。他继续进行科学研究，采集了很多热带动植物，建立了“生物标本室”，编写了《印尼土产》这本教材，同时积极组织学生义演募捐，支援祖国的抗日战争。1941年12月，太平洋战争全面爆发，日本侵略者先后占领了南洋各地，巨港也沦陷了。他带了一些科技书籍避居深山，在马来人集居的村落里种菜度日，直到1945年日本投降。

第二次世界大战结束，新加坡的社会秩序逐渐恢复，爱国人士华侨中学校长薛永黍（后被英殖民地政府逮捕，死于狱中）邀请方宗熙同志去该校教书，巨港爱戴他的学生跟随他一起到新加坡进了华侨中学。他工作很忙，除了教书还兼任图书馆馆长。他想方设法把一些贫苦学生安排到图书馆打零工。星期日，很多家在异乡的学生常在他的宿舍里聚会。他介绍他们看进步书刊，讲解救国救民的道理，引导学生向科学进军，练习写科普文章，多读国内外新书，并教导他们要养成读书时做卡片积累资料的习惯，写作前一定要把所写知识的原理弄透彻。他常对学生们说：不“深入”就没法“浅出”。在此期间，他与英国著名遗传学家荷尔登教授等建立了通讯联系，而且积极参加胡愈之在新加坡创建的中国民主同盟马来亚支部的活动。后来，民盟组织被殖民地政府查封，进步人士被扣押或驱逐出境。他在友人们的资助下，已先期坐船到了英国伦敦，幸免遭到不测。

四

1947年秋天，方宗熙同志为了进一步深造，日后为振兴中华贡献自己的才华，向伦敦大学申请到了奖学金，选修人类遗传

学，专攻人类指纹的遗传研究。他孜孜不倦地攻关，1948年就在英国的科学杂志上发表了论文。课余，他以“少青”作笔名，经常给新加坡出版的《风下》及《现代周刊》撰写《伦敦通讯》，介绍英国的风土人情。为了了解西欧其他国家的情况，有一年暑假，方宗熙曾到法国、意大利和瑞士考察，搜集写作素材。他的小品和散文富有幽默感，脍炙人口。有些新加坡人还以为“少青”是一位侨居英伦的中国文学家。

1949年底，方宗熙同志的博士论文写成了，题目是《手掌上a-b掌纹数目的遗传及和大舌症低能的关系》。通过论文答辩，他以优秀的成绩得到教授们的赞许，荣获伦敦大学大学院人类遗传学博士学位。这时候，祖国已经解放，他归心似箭，打算绕道苏联回国，亲眼看看仰慕已久的苏联是个什么样子，由于英国政府和国民党大使馆的阻挠，未能成行。他不得已，于1950年暮春去加拿大的多伦多大学当访问学者，继续研究人类指纹的遗传。在加拿大半年，写出了好几篇论文，发表在加拿大的科学杂志上，获得了好评。在加拿大生活安定，他本可在那里进一步深入搞科学研究，但为了把自己的一生奉献给祖国的科学事业，他把多年的全部积蓄买了一张机票直飞香港，于1950年12月回到了祖国的怀抱。

五

方宗熙同志一到北京，就受到国家出版总署署长胡愈之的邀请，在出版总署担任编审，审查新出版的生物学方面的书籍并写书评。后来人民教育出版社成立，出版总署副署长叶圣陶先生邀请，到该社任生物编辑室主任，负责编写中学教科书。为了用新知识哺育青少年成长，他日夜埋首案头，在不到两年的时间里，编写了《植物学》、《动物学》、《人体解剖生理学》和《达尔文主义基础》四本教科书，经叶圣陶先生亲自审阅后出版，使

我国中学生用上了科学性强又通俗易懂的生物学新课本。

在1950年冬至1953年春，方宗熙同志还写了不少书评，和叶笃庄合译了达尔文名著《物种起源》及《动物和植物在家养下的变异》两本巨著，共一百万字以上，并写了不少科普小册子。短短的两年多时间，著译了那么多论著，称他为“抓住时间的人”。是一点也不夸张的。

六

1953年4月，方宗熙应山东大学副校长童第周先生的邀请，担任该校生物系教授。他认为从事高校教学工作，同时必须进行科学研究，两者相辅相成，不可偏废。他担任生物系遗传教研室主任，除了讲授遗传学和进化论外，还进行科学研究。他讲课的特点是深入浅出，引人入胜，常引用唯物辩证法把所讲内容说得一清二楚。他好学不倦，不爱闲聊，一谈到业务则兴致勃勃。对同学的辅导非常耐心细致，不管在教室、在办公室，还是在路上，同学提出问题，他总是不厌其烦地耐心解答，直到同学满意为止。因此，他深得学生们的喜爱和尊敬。

七

1959年，山东海洋学院成立后，方宗熙同志由山东大学调到该院任海洋生物系主任，兼任遗传教研室主任，同时在中国科学院海洋研究所任兼职研究员。他同中国科学院海洋研究所的有关同志，着手对海带的遗传育种进行研究，培养出了“海青一号”、“海青二号”、“海青三号”三种海带新品种，推动了我国海带育种的工作。

十年浩劫期间，教育和科研被当成反动的东西。方宗熙同志和他的合作者花了多少个春秋，费尽心血培养出来的海青1、2、

3号三种杂种海带优良品种，被这股恶风一扫而光，这使他伤透了心。研究工作被迫中断，他就用脑想问题。他从小麦、水稻等农作物的单倍体育种方法中得到了启发，在1973年他得到默许重新开展科学研究，就和助手们开始了探索海带单倍体遗传育种的实验。他翻阅了不少国外资料，得到的结论是：从海藻培育出来的单倍体孢子体大多数是畸形，寿命很短，没有培养价值。他想，外国的先进经验应该学习，但不能迷信。小麦和水稻单倍体育种既然可以成功，海带也可能是有希望的。当时，搞科研的条件很差，实验室是几个人自己动手建的，经过全组同志一年多的努力，海带单倍体遗传育种试验取得了成果，从雌配子体单方面的遗传性进行生殖，长出了小海带，但是，由于没有低温设备，这些小海带不能渡过盛夏就死亡了。他认识到必须建立低温室，否则就一事无成。不幸，他因劳累过度，心脏病发作了，不得不住进疗养院。

1975年，低温实验室建成了，方宗熙同志在疗养院里得到了这个消息，他再也呆不住了，待病情稍有好转就立即出院，参加了系统的研究工作。这一难关终于被他们攻下了，孤雌生殖的小海带长了出来。小海带下海后，需要定期划船出海进行管理。为了取得第一手资料，他不顾青年同志的劝阻，不管海浪冲击，头晕眼花，恶心呕吐，常亲自到海上观察小苗生长。坚持了八个来月，一部分海带生长得特别好；接着培养第二代、第三代，长势也喜人。前后用了三年多时间，他们终于攻下了海带单倍体遗传育种这一科研项目，选育出了海带“单海一号”新品种。这是单倍体育种在海藻中首次获得成功的记录。继“单海一号”新品种之后，他们又选育出“单杂十号”的优良海带，于1985年获得了山东省科研成果一等奖。

八

祖国在前进，工业在发展，人口在增多，如何监测环境污染已

提到了日程上。方宗熙同志的科研兴趣是多方面的。1980年夏天，他邀请了美国生物学家马德修教授来青岛，以紫露草为材料合作进行环境污染监测的研究。这项生物学的新方法，经过不断的实验取得了成果，并发表了《中美合作研究用植物细胞微核监测环境污染物的报告》一文。这项科学研究引起了全国各地环保部门的重视，都纷纷派人来青岛取经。为祖国多做一点有益的事，谁都会感到欣慰，方宗熙同志也不例外。

我国海域辽阔，海岸线长达18400多公里，是世界上海岸线漫长的国家之一，盐碱地估计有三亿多亩。如何利用海边的盐碱地培育耐盐水稻品种，也是方宗熙同志日夜思考的新课题。从1976年开始，在他的指导下，他和他的合作者开始进行耐盐水稻的选育。这项科学研究现正继续进行中。

九

1978年3月18日，方宗熙同志带着喜悦的心情，出席了在北京召开的全国科学大会。听了中央领导同志的报告，他如沐春风，觉得一个科学蓬勃发展的新局面已经出现在眼前，心情无比激动。

他常常说，要攀登科学高峰，单靠老一辈的知识分子是不行的，必须培养中青年教师接班。他一贯主张把中青年教师放在教学和科研的第一线，严格要求他们，耐心指导他们，让他们在实践中锻炼成长。他反复审查和修改他们的讲稿和文章。他心胸开阔，能顾全大局，即使在十年动乱中整过他的人，他也一视同仁。他常说："青年人犯错误改了就好，只要肯学，就应该教。"这种诲人不倦的精神，同志们有口皆碑。

为了多出人才，早出人才，方宗熙同志在古稀之年，还一次招收了五名研究生，指导他们研究海藻的各个方面的课题。这五名研究生现在已踏上工作岗位，有的已担任研究所的领导，有的

在科研岗位上做出了新成绩，有的进一步在国外进修，有的在大学里成了骨干教师。1983年，他又招收了三名研究生。

方宗熙同志担任了山东海洋学院副院长，工作很忙，据1980年8月统计，兼职达29项之多，主要兼职有：《遗传杂志》主编、《山东海洋学院学报》副主编、中国遗传学会副理事长、中国海洋学会副理事长、全国科普作家协会副理事长等等。

十

1977年和1979年，方宗熙同志先后两次赴法国巴黎参加联合国教科文组织属下的“政府间海洋学委员会”的会议；第一次，他担任团长职务，率领我国“高等院校海洋科学技术考察团”去日本参观考察；第二次，他率领“山东海洋学院近海资源开发利用考察小组”去联邦德国、英国、美国、日本和香港等地考察，并进行学术交流。1982年夏天，他应邀到加拿大参加国际藻类学大会，作了关于海带遗传学的学术报告，深受外国同行们的欢迎。1984年夏天，方宗熙夫妇去了美国与美国海藻学家合作进行科学研究两个多月。同年秋天，访问了新加坡，在国立新加坡大学作学术演讲。

在多次出国期间，方宗熙收集了不少国外新的资料和实验用的材料，回国后交给有关人员，指导他们工作，奠定了继续进行科学研究的基础。

十一

三十多年来，方宗熙同志为把学生培养成合格人才，他十分重视教材的编写。

1. 他抓住正确的指导思想，即努力贯彻唯物辩证法，力求用马列主义、毛泽东思想作为指导来编写教材。

2．在阐明基本原理的同时，他尽量反映国内外本学科的新成就，删去繁琐陈旧的内容，注意百家争鸣。

3．他说理注意由浅入深，循序渐进，通俗易懂，便于自学。

他又认为，马克思主义哲学不仅是社会科学的概括和总结，也是自然科学的概括和总结；不仅是改造世界观的锐利武器，也是改进教学的指针。遗传学主要研究生命的内因，也注意外因的影响。他在讲遗传与环境的关系时，就用内因和外因的辩证关系加以解释，使学生既学到了遗传学的基本知识，又学到了辩证法。

他先后撰写了多本大学教科书，其中的《普通遗传学》一书，不断修订再版，到1984年已是第五版了。他最后的一本专著《进化论》，已交高等教育出版社，不久即将出版。

除了大学教材外，方宗熙还写了上百篇论文，先后刊登在各种报刊上。有些论文已翻译成英文刊登在《中国科学》英文版上，得到国际学术界的重视和赞许。

此外，他还写了上百万字的科普作品和文章。从50年代起，先后出版了《古猿怎样变成人》、《遗传与育种》、《懂一点遗传学》、《生物学基础知识》、《生物进化的故事》、《生命的起源》、《遗传工程》等几十本书以及《写什么？怎么写？》、《科学性是科普作品的命根子》、《实事求是地写好科普作品》和《编写科普读物要处理好几个关系》等几十篇指导科普写作的文章。他认为青少年正处在长知识的时期，科学家应为他们的成长尽一份力量。他计划一年为青少年写出一本科普读物，他生前总是努力实现自己的心愿。

十二

1985年2月25日，方宗熙同志告知家人说他肚子痛，经医生

诊断为胃窦炎及胃扭转，他处之泰然。3月初，他作为全国六届人民代表大会的代表，参加了去农村、工厂、码头及特区旅游点的视察工作。视察归来，他感到腰酸腹痛厉害，只好住院检查。青岛医学院附属医院限于条件，不能作探腹检查，于是转到上海瑞金医院诊治。拖了将近一个月，于4月4日才动手术，检查结果是胰腺癌晚期，肿瘤已无法切除。

病中，他满怀希望，带着两本新出版的英文书，打算病情好转后阅读。他对前来探望他的领导说："我以联系好三所大学(山东海洋学院、美国马利兰大学及香港中文大学）合作搞科学研究，这件事一定要抓紧。"并要领导和公费出国留学的山东海洋学院生物系毕业生保持联系，希望他们回国后重返母校任教。后来，他自知不起，曾说："我的病是不会好的了，惨啊！真惨啊！我还有三本书没有写出来。"他指的三本书就是：《海洋开发》、《海藻组织培养》和《海藻遗传学》。

自1950年回国后，他一直盼望有一天能成为一名共产主义战士。他以共产党员的标准严格要求自己。自奉甚俭，待人宽厚，勤奋工作，但他不懂劳逸结合。1956年，他申请入党，1962年，他又写了入党申请书。十年浩劫后，他几乎年年向生物系党总支汇报思想，又写了几次入党申请书。

在他病危期间，党支部同意吸收他入党，让他填入党志愿书。一股精神力量使他竟然在床上坐了起来，吵着要回家工作。他说："我还有很多工作要做，我要回家。"6月29日，他在病床上宣誓入党，7月6日便永离人间，终年73岁。

方宗熙逝去的消息，使他的友人和学生感到震惊和意外，纷纷来函来电，深表悼念。逝者已矣，来者可追，生者对他最好的纪念，便是象他一样，把自己毕生的精力和智慧，献给祖国的科学事业，把最纯洁最真诚的爱，献给祖国的人民。

江乃萼　整理)

海带自然种群的遗传性及其利用前途

前　言

达尔文的研究指出[1]，生物的杂交一般能提高后代的生活力和能育性，自交能使后代遭受一些不良的影响。在遗传学上这是杂交有益自交有害的问题，也是有关杂种优势的问题。苏联[2]和其他国家对这个问题都在进行着广泛的研究，因为它具有巨大的实践意义，在农业上产生巨大作用的双杂交玉米就是一个典型的代表[3]。

另一方面，根据现代遗传学的研究[3]，生活在自然界里的生物，特别是那些由有性生殖产生后代的种群，由于在历史发展过程中，发生了许多遗传变化，特别是突变，一般都在体内累积着大量的隐性遗传，成为杂种。它们具有丰富的遗传基础。这种种群在未来的进化中可能分化成新的生物类型。

海带是由有性过程产生后代的植物。目前养殖的海带，由于还没有经过什么选种工作，实际上是一种自然的种群或原始种群。它是否具有丰富的遗传基础，值得探索。为了探明海带是否是杂种及其杂种程度，我们进行了一些初步的实验。我们在实验中看到自交对海带幼孢子体的形成和生长发育有一些不良的影响。我们根据这个材料和其他有关的材料，对海带自然种群的遗传基础作了初步的推测，同时又讨论了利用海带种群的杂种性进行连续自交和选择培育可能导致的远景。

材 料 和 方 法

实验所用的材料是海带自交和杂交情况下的幼体。种海带培

育在青岛团岛湾里，是中国科学院海洋研究所的实验材料。实验于1959年12月起在海洋研究所里进行。

我们把单棵海带采孢子，叫做自交。把两棵以上海带混合采孢子，叫做杂交。自交采孢子的方法是这样的：我们用玻片从一棵海带采集孢子，进行培育，由此受精发育所长成的幼孢子体，是同一棵海带的后代，它们是自交的后代。杂交采孢子的方法是这样的：我们用玻片从两棵海带混合采集孢子，由此受精发育所长成的幼孢子体，被看做是杂交的后代。在这里，实际上有一部分个体是自交的后代。

自交和杂交都培育在相似的实验室条件下。光强 500 勒克斯左右，光照每天10小时，水温5—10℃。

观　　察

海带采孢子后，每星期检查一次。起初几个星期，我们没有看到自交和杂交情况下的配子体和受精卵有什么不同，也没有看到由此所形成的幼孢子体在形态上和形成速度上有什么不同。

但是到第八星期，我们随机检查的时候，看到自交和杂交所产生的幼孢子体数目呈现出显著的差异（表 1）。

表 1　海带自交和杂交情况下发育速度的比较（采孢子后第八星期）

组　别	雌配子体数	幼孢子体数	总　数
自　交	20(24.1%)	63(75.9%)	83
杂　交	14(8%)	162(92%)	176

从表 1 可以知道，杂交情况下在第八星期出现了92%的幼孢子体，而自交情况下在同一时期只有75.9%的幼孢子体。这个差异应用统计学上 x^2 检验法（即统计学上的 2×2 表）测算，得到

$x^2=12.89$。这样大的数值，在自由度=1的情况下，机率(p)小于0.001。这表明差异是高度显著的。

自交所产生的幼孢子体不仅在发育速度上落后于杂交，而且在生长速度上也落后于杂交，即自交情况下的幼孢子体的平均生长小一些。这种差异情况从第二个月开始明显地表现出来，到第三个月更加显著(表2)，可以由肉眼清楚地看到。

表2　海带自交和杂交情况下幼孢子体生长速度的比较

距采孢子的时间	生殖方式	个体数	平均长度(微米)	平均宽度(微米)	平均面积和标准差(×10^2微米^2)
2个月	自　交	30	49.0	25.1	12.7±7.5
	杂　交	30	62.4	27.9	17.4±7.7
3个月	自　交	30	388.7	123.0	521.3±399.1
	杂　交	30	552.7	154.2	1032.8±1213.6

从表2可以看到自交和杂交所产生的幼孢子体在大小上的差异到第三个月是很大的。例如，就平均面积讲，杂交所产生的幼孢子体是1032.8，而自交所产生的幼孢子体只有521.3，(单位是×10^2微米^2)。这个差异用统计学上的以下公式 $d=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$ 检查，是高度显著的。

以上的观察表明海带进行自交对后代有一定程度的害处。这表现为幼孢子体形成要迟些，幼孢子体的平均生长速度缓慢些，即大多数长得小些。

讨　论

1. 海带自交为什么有害？海带自然种群是否是杂种？

自交对海带为什么会产生一些害处？我们认为这是由于海带

是杂种。所谓杂种这里不是指种间杂交所产生的杂种，而是指生物体的遗传内容不纯一，含有若干隐性的遗传基础。这就是遗传学上所讲的杂型合子。现代细胞遗传学的研究阐明了，进行杂交的种群对环境往往有较强的适应力，但同时含有若干有害的隐性遗传，通过自交，其中有害的隐性遗传就可能达到纯型合子状态而发生有害的影响。在双杂交玉米的研究中就能看到这种情况[5]。海带自交有害的原因可能就在于某些有害隐性遗传的作用。

因此，我们认为海带初次自交就表现某些害处的事实可以作为目前养殖的海带是杂种的证明。

支持海带是杂种的论点还有以下的事实：

（1）在自然界里，由于海带的孢子是游孢子，能在海水里游泳，从不同孢子体所放出的游孢子有彼此混杂的可能性，由此发育出来的配子体有进行杂交的充分机会。

（2）在自然界里，在相似条件下，经常看到不同的孢子体生长速度、健康情况以及外部形态有不少差异。

（3）在人工养殖中，在采孢子时，照例是许多棵孢子体放在一起混合采孢子，这里有充分杂交的机会。现在人工养殖的海带种群就是这样来的。

（4）我们在实验室里，在同样培育条件下，也经常看到不同的幼体表现不一致。例如，在同样培育条件下，幼孢子体生长的速度经常有颇大的差异。这具体表现为变量（即标准差的平方）很大。此外，我们用x射线照射配子体，看到由此所长成的幼孢子体变异更多，变量更大（表3）。这变量的差异（即$11.279^2:1.881^2$）用统计学分析，是高度显著的。怎样解释这种差异？放射生物学的研究指出[4]，纯种的不同个体或同一组织的不同细胞对放射的敏感性是一致的，放射敏感性的差异往往跟遗传的差异相联系。上述海带的不同个体对1000伦琴x射线反应差异很大，大概是由于不同的个体有不同的遗传性。

总之，我们认为目前养殖的海带种群是一种自然种群，象其

他由杂交产生后代的自然种群一样，含有许多隐性遗传，具有杂种性。

表3 海带对照组和1000伦琴照射组（处理配子体）孢子体的变量比较（配子体照射后38天）

组　别	个 体 数	平均面积和标准差（$\times 10^4$微米^2）
对　照	100	2.95 ± 1.881
1000伦琴	100	10.48 ± 11.279

2. 海带自然种群的遗传性有什么利用前途？

目前养殖的海带如果是杂种，在育种实践中就应该从如何利用杂种这个角度考虑问题，使它们充分为生产服务。

按照我们的意见，目前养殖的海带是杂种。因此可所预料，我们如果控制它们的生殖过程，让它们连续自交，那末由于杂种分离规律的作用，许多遗传基础将趋于纯型合子化，即纯种化，由此可以出现许多自交系。在这过程里，自交有害的程度可能在某些方面有所增加。这是一。

第二，在培育自交系的过程中，结合选择，可能培育出某些优良的品种，因为自交有害不是绝对的，自交所产生的个体大部分仍然是健康的。

第三，利用自交系进行杂交，可能发现某些杂交会产生旺盛的杂种优势，象双杂交玉米那样。这在海带养殖业中将有巨大的意义。

提　　要

海带初次自交的小实验表明，自交对海带幼孢子体的形成和生长发育有某些不良的影响。

根据上述材料和其他有关的材料，我们认为目前养殖的海带种群是杂种，含有一定的隐性遗传，因此初次自交就产生某些有害的影响。但自交有害不是绝对的，预料通过累代连续的自交和选释可能培育出在经济上富有价值的优良品种和若干能产生杂种优势的自交系。

1960年3月

参考文献

[1] 达尔文，1872。物种起源。周建人、叶笃庄、方宗熙译，1954年三联版，第一分册第115—120页。

[2] 杜尔宾，1950。遗传学及选种学原理。王在德、尹良、尹彦、朱景九译，1953年中华书局，第195—206页。

[3] Dobzhansky, T., 1951. Genetics and the Origin of Species. Columbia university Press, pp. 50—75.

[4] Errera, M., 1959. Effects of Radiations on Cells. 见J. Brachet 和 A. E. Mirsky 主编的 The Cell, Academic Press. p. 714.

[5] Mangelsdorf, P. C., Hybrid Corn, 1951. Its Genetic Basis and Its significance in Human Affairs. 见 L. C. Dunn 主编的 Genetics in the 20th Century, The MacMillan Company, pp. 555—571.

本文合作者：蒋本禹

海带"海青一号"的培育及其初步的遗传分析

前　言

海洋生物的遗传研究到目前为止几乎是一个空白点，被进行遗传研究的海洋生物寥寥无几，在动物方面，Bocquet初步研究了几种甲壳类的遗传（据Buzzati-Traverso的报导[5]）。Föyn（1950）初步研究了一种蠕虫的遗传[7]。在植物方面，Hämmerling[8]等以一种海洋绿藻——伞藻（*Acetabularia*）为对象，研究了细胞核在伞藻结实器官形成中的主导作用。高等海藻方面，Sundene[12]研究了Laminaria digitata的不同变种的杂交，培育出幼孢子体，但没有进行遗传分析。高等海藻的遗传，未见过研究发表。由于海洋生物具有特点，又由于我国沿海广泛养殖海藻和大量利用海藻，不言而喻，海藻的遗传研究既有理论意义，又有实践价值。

在我国沿海养殖的海带是我国最重要经济海藻之一。解放以来，特别是1958年以来，在党的领导下，经过有关研究机关和养殖部门，特别是沿海许多人民公社的努力，海带养殖事业，利用东海肥沃的海水，逐渐南移[2]，得到了前所未有的发展，成为我国水产养殖中的重要一环，支援了社会主义建设。

海带大量养殖的成功在很大程度上依靠科学研究。海带是高纬度的海藻，习惯于较低的温度。Parke[10]对于糖海带的生长进行过研究，曾呈奎等[3,4]对于海带进行过一系列的研究，现在已经了解了海带生长发育所需要的环境条件，特别是温度条件。海带生长的适温是从接近冰点到13℃左右。最宜适温是5—10℃。

在13℃以上，藻体生长就缓慢，并且发生梢部衰老组织自然脱落的现象。在20℃以上，配子体就不能正常发育。但1米以下的孢子体在20℃条件下还能有较快的生长。根据生物体跟生活条件统一的原则，掌握海带生活史中对温度条件的不同要求，是养殖成功的关键所在。

另一方面，海带养殖的历史很短，培育品种的工作过去没有进行。现在生产上还没有注意到品种的问题，而是利用海带的自然种群（即原始种群）进行养殖。这就是说，目前海带养殖还远远没有达到象陆上作物（例如小麦和水稻）那样，在不同的地区有不同的品种来适应不同的自然条件和适应人们不同的要求。这样，在推广海带养殖，特别是在东海区推广海带养殖中，就存在着一些问题。主要的问题是目前养殖的海带对较高温度的适应力弱。于是如何培育能耐较高温度的海带品种，已经提到海带养殖业的日程上来。

中国科学院海洋研究所的一些同志在1952—1953年就开始对定向培育耐高温品种的海带做了一些探索性的工作。1958年起我们又重新进行这项工作。从1958—1961年经过连续四年的选育工作，我们初步培育出一个海带品种——“海青一号”，简称“海一”。这个品种跟对照组海带一起培育在同样条件下，表现出能耐较高温度的优越性，同时产量也较高。

海带“海一”品种的出现标志着我国海洋生物遗传育种工作的开始。

培育的材料和方法

培育“海一”的原始材料是1958年取自山东省水产养殖试验所由多棵海带混合采苗所采的孢子。种海带养殖在青岛团岛湾。我们的“海一”品种及其亲本也都养殖在团岛湾。

1959年我们结合“海一”的培育工作，对海带自然种群的遗

传性作了初步的分析。我们确定目前养殖的海带具有杂种性，即遗传基础里含有若干隐性的遗传[1]。

于是针对着海带自然种群的特点，即具有杂种性的特点和1958年初步实验的经验，我们确定了定向培育的基本方法。这些方法可概括如下：

（1）选择，这包括不同方面的选择。第一，我们用较高温度20—22℃来处理海带配子体，达一个月以上。在这样的温度条件下，雌配子体不会排卵，当然不会发生受精作用。这样的温度对海带是高温，对海带配子体是严重的考验。它淘汰了大量的配子体，那些不能长期耐受高温的配子体都死亡了，实验表明。高温处理是一种严格的选择手段。把不能耐受高温的大量个体淘汰掉，可以大大缩小选择的对象。第二，细心地选择种海带，让那些在较高水温（初夏的海水温度）下生长较健康的成熟个体作为种海带。第三，细心地选择幼苗，分散那些生长较快的健康幼苗，使它继续生长。

（2）自交，这因为我们在研究中已经确定种海带是杂种，所以必须采用单棵采孢子自交。希望利用连续累代的自交，通过分离规律[11]的作用，使后代分离，使能稍耐高温的遗传性分离出来，使对人有利的遗传性综合在一起，并得到稳定。

（3）培育，这包括实验室对幼苗的培育和海上的管理。我们实验室育苗的条件是根据海带幼苗所要求的生活条件进行安排的。培养的海水经过过滤、消毒后，加入氮（NO_3^--N，2.8ppm）和磷（PO_4^{3-}-P，0.28ppm）的营养液。幼苗培养温度5—10℃，光强1000勒克斯左右，光照每天10小时。

海上管理是分苗前注意及时清除幼苗上的污泥和棕绳上的杂藻，保证幼苗的正常生长。

以上就是“海一”选育工作的主要方法。这跟一般常用的育种方法有什么区别呢？没有什么原则上的区别。较重要的区别在于我们不是以不同品种的杂交开始，而是从高温选择开始。理由是种海带具有杂种性，目前又没有不同的海带品种可以利用。

培育的过程

“海一”的培育，前后4年，包括三次的选择实验，两次自交。经过如下：

1. 第一次实验：高温选择

第一次实验开始于1958年7月中旬。从山东水产养殖试验所取来的附着在棕绳上的孢子培育在10℃左右的低温条件下。等到孢子长成配子体后，于7月23日移入20℃的高温条件下培育。这就是对配子体进行高温选择。

经过一个多月，大部分配子体已经死亡。为了让余下的雌配子体排卵和受精，将水温从20℃降低到15℃，9月4日在棕绳上出现了少数幼孢子体。10月22日由于幼孢子体已长到大约1毫米长度，于是移入海里培育。幼孢子体在海里正常生长。到1959年2月2日开始分苗，苗体长达102—128厘米。同时拿同样大小但未经高温处理的海带幼孢子体作为对照，培育在同一海区里。培育的水层在1米深处。其他培育条件也保持一致，例如生长密度一致，都按时清除杂藻等。培育过程中对于生长发育情况进行了定期的检查。

1959年7月23日，进行收获。收获时，就藻体长度、宽度和产量进行测量和记录，看到配子体经过高温处理的海带，不仅发

表1　高温(20℃)处理海带配子体得到较好的收获

(处理时间1958年)

组　别	棵　数	藻体平均长度(厘米)	藻体平均宽度(厘米)	平均棵鲜重(克)	平均棵干重(克)
高温处理	9	335	29.5	774	162.3
对　照	9	288	25.5	622	109.5

育正常，而且产量略高于对照组（表1），只是实验的个体数很少，差异还需进一步肯定。

2. 第二次实验：自交选择

第二次实验开始于1959年6月22日，用单棵海带采孢子，实行自交。

实验包括三组：

（1）亲代经过高温处理，所产生的第一代配子体再用高温处理，即用高温（20—22℃）连续处理两代；

（2）上述的配子体，不用高温处理，培育在10℃条件下；

（3）对照组，亲代配子体未经高温处理，这一代配子体也未经高温处理，培育在10℃的条件下。

实验室的工作顺利进行，按时把三组的幼孢子体移入海里培育。

1960年2月5日分苗。分苗时苗长度达25厘米左右，都培育在1.5米的水层里。第一组即配子体连续两代高温处理的一组，幼孢子体很少，因为绝大部分配子体不能耐受高温。

这次海上实验比较细致。我们对孢子体定期测量长度、宽度和鲜重量。为了观察日生长，我们在藻体上打洞，测量它的生长速度。

这次实验的结果是这样的：第一组虽然藻体生长正常，但由于实验的个体少，未做统计分析。第二组即亲代经高温处理其后代不经高温处理的一组，发育正常，藻体较大，梢部自然脱落的程度较轻，而且藻柄比对照组长一些。这些差异经过统计分析，都是显著的（表2）。这就是“海一”的亲本种群。

3. 第三次实验：继续自交选择

第三次实验开始于1960年12月12日。1961年1月下旬把一部分幼苗移到厦门海区进行实验。

这次实验包括的方面更多。这次所采的孢子是第二代。实验分为以下几组：

（1）亲代和第一代的配子体已经经历过高温处理，现在第二代的配子体又用高温处理；

（2）亲代和第一代配子体都经过高温处理，第二代配子体未经高温处理；

（3）亲代配子体经过高温处理，第一代和第二代的配子体未经高温处理；

（4）用对照组的一部分配子体，作第一次高温处理；

（5）对照组，亲代配子体未经高温处理，这一代配子体也不用高温处理；

实验结果表明，上述第三组表现最好，有若干性状超出对照组。我们把第三组种群叫做“海青一号”。

4．“海一”的历史（图1）

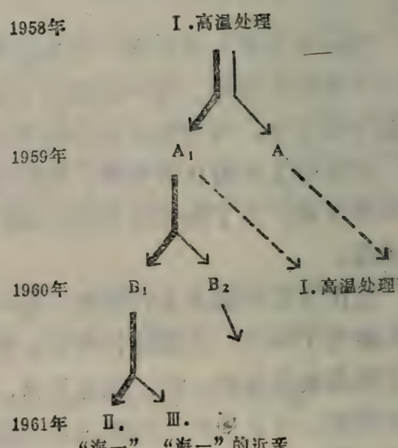


图1　“海青一号”的历史

培育“海一”的最原始材料是青岛团岛湾里养殖的种群，性质上属于自然种群。

1958年配子体经过高温处理后生存下来的种海带一共26棵。到1959年采苗时，一方面由于一些海带尚未成熟，一方面限于人力，我们仅选用其中生长较好的两棵（即A_1和A_2）作为种海带，进行单棵采苗，进行所谓自交。把第一棵（A_1）所产生的孢子分为两部分，一部分象亲代那样在配子体时期再度进行高温处理；一部分不用高温处理。

对第二棵(A_2)的后代(配子体)全部进行高温处理。

实验的结果表明,第一棵(A_1)的后代(配子体)不再用高温处理的那一组所长成的海带孢子体,表现了生长优势,而且柄部的长度比对照组显著的长些。其他各组表现的不那末好,不那末一致。于是我们注意这一组的选育工作。

1960年采苗时,我们选用上述一组的几棵成熟个体作为种海带。其中一棵种海带(B_1)生长很好:藻体长达265厘米,宽28.1厘米,藻体鲜重550克,成熟迟些,孢子囊少量,柄长6.0厘米。这就是"海一"的亲本(B_1)。

作为对照组的亲本种海带的藻体长264厘米,宽24.8厘米,藻体鲜重475克,柄长3.2厘米。

1960年底,我们开始对"海一"亲本(B_1)的后代进行分苗,前后共分出三批。起初分苗的两批,表现比较一致,有生长优势。这就是"海一"的种群。

第三批表现比较不一致,它们在宽度方面跟对照组相近,虽然其他性状,例如长度和柄长跟对照组有明显差异。这第三批材料仍值得继续培育观察,随时跟"海一"进行比较。

培育的结果:"海一"的特征

"海一"跟对照组的差异,总的说来,是"海一"生长快些,生长时期长些,藻体大些,藻体重些,柄部长些,较能耐高温。这些差异,经过统计分析,都是显著的。现在概括地说明如下:

1. 形态上的差异

"海一"的藻体长度、宽度和柄长都超过对照组(表2,图2)。这些差异从"海一"亲本种群就出现,但到"海一",差异更加显著。

这些差异虽然在统计学上都是显著的,但都是统计性状。例

表2　“海一”和“海一”亲本种群跟对照的差异

（S是标准差）

	组别	总棵数	藻体平均长和S(厘米)	藻体平均宽和S（厘米）	平均柄长和S（厘米）	平均棵鲜重（克）	平均棵干重（克）	出现孢子囊棵数的%	孢子囊占整棵面积的%
1960年	“海一”亲本种群	30	249.3±23.6	22.8±4.1	5.9±1.04	457		37.8*	
	对照	24	234.8±26.7	20.7±2.7	3.7±0.62	380		90.7	
	差异		14.5	2.1	2.2	77			
	t		2.1	2.3	9.2				
1961年	“海一”	26	365.0±41.6	30.8±4.7	6.3±0.75	1132	163.5	15.4**	2.7
	对照	56	316.2±43.9	28.5±3.4	3.6±0.69	765	104.8	70.0	16.5
	差异		48.8	2.3	2.7	367	58.7		
	t		4.9	2.3	7.9				

* 1960年6月29日检查

** 1961年6月1日检查

如“海一”的藻体长度虽然平均长于对照组，但就个别个体讲，对照组最长的藻体比“海一”的平均藻体长度长些。藻体宽度和柄部长度的情况也这样。

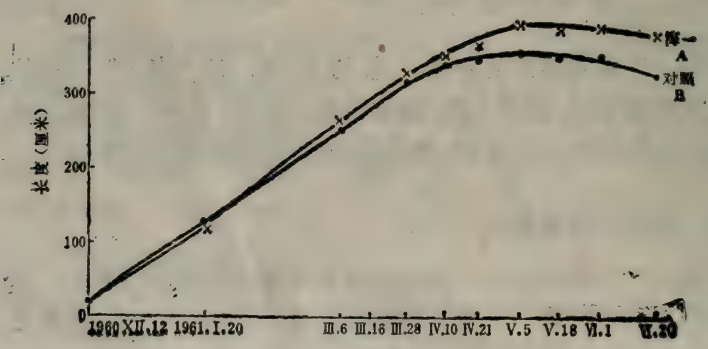


图2　“海一”和对照组海带长度比较

2. 生理上的差异

跟上述"海一"具有较大藻体相联系的是这样的生理差异:"海一"的日生长在相当长的时期里占优势，而且这种优势在"海一"亲本种群就开始出现。

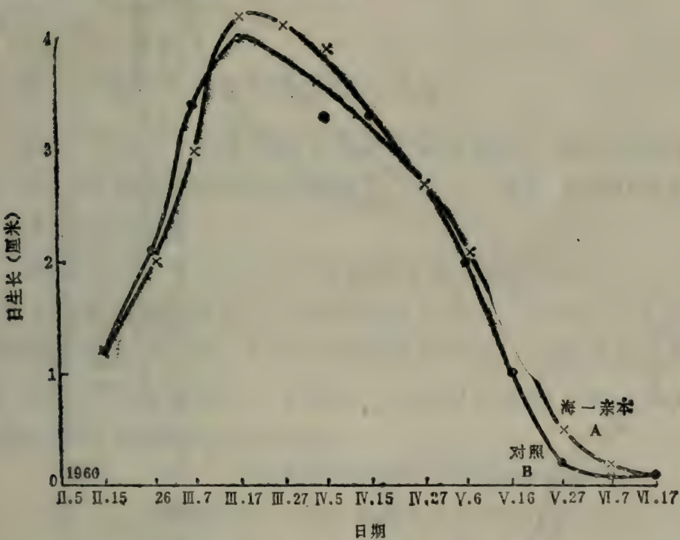


图 3　"海一"亲本种群和对照组海带日生长比较

例如，1960年，幼孢子体开始培育在海里时，"海一"亲本种群和对照组的日生长（即每日平均生长的速度）相近，对照组略微快些。从3月7日到4月15日，"海一"亲本种群的日生长超出于对照组（图3）。这个时期的海水温度是6—10℃。

1961年，幼孢子体开始培育在海里时，"海一"和对照组的日生长相近，也是对照组略微快些。从3月6日以后一直到6月1日，"海一"的日生长大大地超过对照组（图4）。这个时期的海水温度是6—18.2℃。这表明"海一"的日生长速度能保持优势约达3个月之久（比"海一"亲本种群增加了2个月），"海一"耐高温的能力大大地提高了。

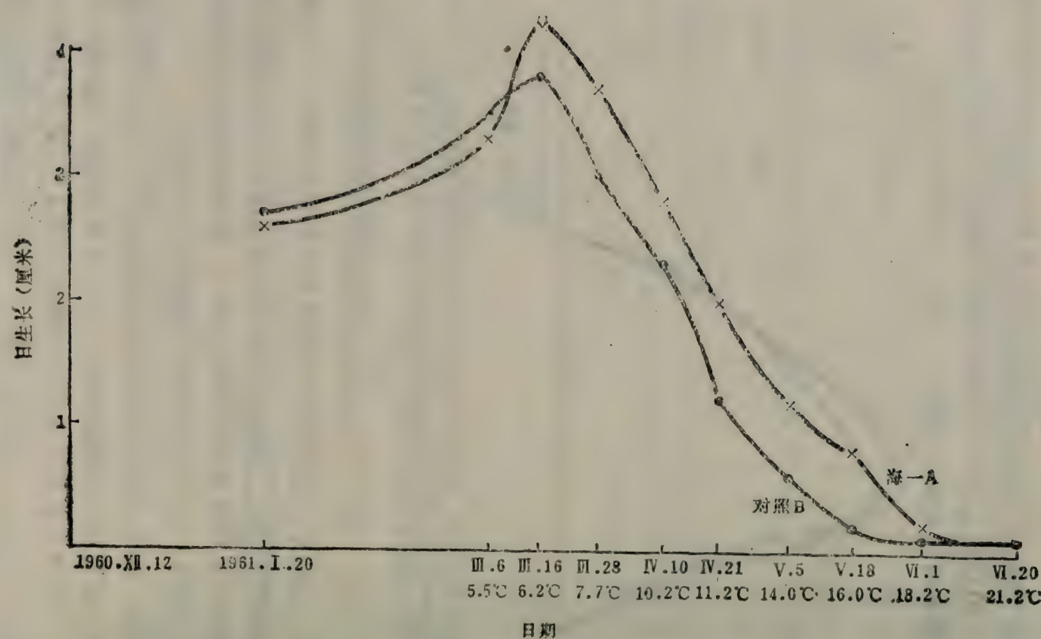


图4　"海一"和对照组海带日生长比较

跟上述的日生长优势有关的是："海一" 成熟迟些（表 2），而且出现孢子囊的面积小些，大都出现在藻体梢部，基部很少出现孢子囊。这表明"海一"和对照组虽然同一年龄，但"海一"在发育上比较年轻。

表明"海一"能耐高温的另一特征是："海一"藻体梢部的脱落轻的多。

3. "海一"幼体对高温的适应力

既然"海一"成长的孢子体能耐较高温度，有必要知道"海一"的幼体是否也能耐较高的温度。为此，我们于1961年 6 月采孢子进行高温处理。

实验包括两个部分：一是观察配子体对高温的反应，一是观察幼孢子体对高温的反应。使用的温度为18℃、20℃、24℃、26℃。实验结果都表明"海一"的幼体较能耐高温。详细结果将另文发表。表 3 是实验结果的一小部分，由此可以看到"海一"幼体对高温的适应力远远超出对照组。

表 3 "海一"和对照组的雌配子体和幼孢子体对24℃温度的反应——死亡率的比较（雌配子体在高温下25天，幼孢子体在高温下 3 天）

组别	雌配子体		幼孢子体	
	总数	死亡率(%)	总数	死亡率(%)
"海一"	116	26.7	261	3.1
对照	129	55.0	255	100.0

4. 南方的实验结果

1960年所采的几批幼苗曾分出一部分拿到厦门海区养殖。这项工作是跟厦门水产局和福建省水产科学研究所协作进行的。

实验结果表明，也是"海一"的系统比对照组和其他各组生

长的好。在青岛海上实验中所观察到的“海一”和对照组的性状差异也同样见于厦门的实验，并且某些方面表现的更加显著(表4)。

表 4　“海一”在厦门海区生长的情况（1961年 4 月25日测量）

组　别	总　数	藻体平均长度(厘米)	藻体平均宽度(厘米)	平均柄长*(厘米)	平均棵鲜重(克)	平均棵干重(克)
“海一”	19	124	16.7	6.1	185	24.9
对　照	20	100	12.8	3.3	107	11.6
差　异		24	3.9	2.8	78	13.3
						115%

* 柄长是海带标本拿到青岛后测量的。“海一”的个体数是 8 棵，对照组是 9 棵

“海一”在厦门海区表现藻体脱落较轻。例如1961年 4 月25日海水温度达到18℃以上时，对照组脱落严重，脱落曲线急骤上升，而“海一”脱落轻的多。因此，1961年 5 月28日测量时，“海一”平均长度是112厘米，而对照组的平均长度只有 59 厘米，这表明“海一”较能耐受高温。

初步的遗传分析

现在从遗传学的角度来讨论“海一”。第一个问题是：“海一”跟对照组的差异是遗传的吗？如果是遗传的差异，那么第二个问题是：这些遗传的差异是从哪里来的？

1.　遗传的差异

从前面的材料可以知道，“海一”有若干性状，例如藻体的长度和宽度、日生长速度、柄的长度、成熟的速度、耐高温的能力和脱落的程度等跟对照组都有所差异，这些差异在统计学上是显著的。换句话说，这些差异不是偶然的，因而不能归于一般的误差，而是属于规律性的现象。

什么原因呢？

由于“海一”和对照组都培育在基本上相似的实验室条件和

海区条件下，因此，这些差异不能都归于或大部分归于环境差异的影响，而应归于个体内部的原因，即遗传的原因。这就是说，“海一”和对照组之间的显著差异在很大程度上可以看做是遗传上的差异，是遗传基础有所差异的反映。

有什么较直接的证据呢？

我们来分析海带柄长的遗传。经过我们的初步研究，我们发现有环境和遗传两方面的原因来影响海带柄的长度。按照我们的观察，密集生长情况下的海带比那较不密集生长情况下的海带具有较长的柄。这是环境引起的差异。另一方面，我们又有以下的材料支持柄长遗传的论点：①“海一”的柄长在同样条件下显著地长于对照组；②亲本的柄较长的，后代的柄平均是长的；亲本的柄较短的，后代的柄平均是短的，只要它们生长在同样的条件下（表5）。③“海一”亲本的几批不同时期分苗的后代，柄都是长的。

表5　海带柄长的遗传

亲本柄长（厘米）	后代柄长	
	总数	平均柄长（厘米）
3.2	82	3.6
6.0	47	6.2

看来日生长速度、耐高温能力等等差异也同样有遗传的原因，因为这些都是在相似环境条件下所表现的差异。

2. 遗传差异的来源

既然“海一”和对照组的差异主要是遗传的原因，那么这遗传差异是怎样来的？“海一”的各性状是怎样来的？比方说，是环境条件定向引起的变异呢？是突变产生的后果呢？还是其他的原因？

我们的材料并不支持前两种原因。例如就柄长讲，配子体经过高温处理所长成的海带，柄并不显著的长些（表6）。这表明

海带的长的柄不是高温引起的。

是否由于突变呢？突变的可能性是值得考虑的，因为在若干批的处理中只有1958年处理的材料中的一棵产生了积极的效果。但是，"海一"的材料用突变解释不够完满。相反，不用突变已完全可以得到合理的解释。第一，在海带自然种群里，总有一些个体具有较长的柄，有的甚至长达7厘米以上。第二，柄的长度有遗传的原因，选用长柄的个体作为亲本，所产生的后代柄平均长度总是长的（表5）。

表6　高温处理配子体对孢子体柄长的影响

组　　别	总　　数	平均柄长（厘米）
高温处理一代的	20	2.6
高程处理二代的	22	4.0
对照	29	3.6

总之，"海一"具有若干优良性状，又具有较长的柄，突变在若干方面同时发生的可能性很少。若干突变如果发生而又都表现有利影响，这种可能性更少，因为突变大部分是有害的。

那么，"海一"的遗传性是怎样来的呢？

根据目前的材料看来，我们认为"海一"的品种性状或遗传基础原来都存在于原始的种群（即目前养殖的种群）里。几年来的连续自交和定向选择，使各性状的遗传基础向纯化方面发展，从而加强了各性状的发育。

我们认为"海一"形成的基本因素如下：

（1）我们目前养殖的海带自然种群或原始种群，原产水温较低的北海道附近，但这些地区也有暖流经过，到夏季水温可达20℃以上。生长在那里的海带，必须适应比较广泛的温度变化，在历史过程中，经过自然选择的长期作用，会累积下许多良好的遗传基础，在生长速度方面，在成熟速度方面，在大小方面，在耐受各种温度方面，都具有丰富的遗传内容，可塑性很大。这样

的种群作为育种材料具有优越性。我们知道，现在农业上的许多优良品种都是利用原始种群的丰富遗传基础培育成功的。

（2）选择在这里发生重要的、方向性的作用。在我们的工作中，选择是严格的，多次的，有方向的。高温处理配子体是一次严格的选择，淘汰掉大量的配子体，只留下少数能耐受高温的个体。分苗时都选用生长比较快和较健康的个体。这是另一次选择。采苗时都选用生长较大较健康的个体作为种海带。这是又一次选择。

（3）自交，在这里也发生积极作用。我们知道自交可以引起性状的分离，同时使遗传基础逐渐趋于纯一，即所谓纯型合子化[11]。在我们的材料里，我们看到了分离现象。例如，"海一"的亲本产生的后代，其中一个近族在藻体长度方面超过对照组，藻体宽度跟对照组相近。"海一"亲本的一个近族在藻体长度比对照组短，藻体宽度比对照组宽（表7）。它们的柄长都跟"海一"的相近。

表7　自交引起分离："海一"的近亲和"海一"亲本的近亲，前者的藻体宽度跟对照组相近，后者的藻体长度比不上对照组

组　　别	总数	藻体平均长度（厘米）	藻体平均宽度（厘米）	平均柄长（厘米）
"海一"的近亲	24	328.9	26.3	6.1
对照	29	291.8	26.5	3.6
"海一"亲本的近亲	23	318.1	30.2	6.0
对照	34	358.1	26.2	3.7

（4）培育条件是正常的，充分的。总之，根据现有的材料，我们认为"海一"品种形成的主要机制是：利用海带原始种群丰富的遗传基础，通过有方向的多次的选择和连续的自交，分离出和增强了某些有利的遗传基础。很清楚，这是达尔文选择原理[6]的具体应用。

展　　望

"海一"的出现是海带品种工作的开始，不是结束。

（1）"海一"的遗传基础还不稳定。"海一"的性状都是统计的性状，数量的性状，呈现连续的变异，变异幅度还相当大，还需要继续进行几年的选育和稳定的工作。

（2）"海一"的质量还可以提高。根据现有的材料看来，"海一"在青岛和厦门的表现都很好。在厦门的表现更好。总的看来，通过继续的选育，我们可以使"海一"更能耐高温，生长更好。

（3）以目前海带原始种群丰富的遗传基础作为定向培育的材料，利用现代遗传学的原理和方法，进行系统的选育工作，一定可以培育出许多各具特点的优良品种，支援祖国的社会主义建设。

提　　要

连续四年的海带育种实验，产生了一个新品种。

"海一"是海带新品种的开始。这个品种的特征是：藻体较长，较宽，柄较长，日生长较快，夏季形成孢子囊较迟较少，即生长期较长，幼体和成体能耐较高温度，脱落较轻，产量较高。在青岛实验结果增产了56%，在水温较高的厦门更为突出，增产达115%，这表明"海一"在生产中有推广的价值。

"海一"形成的基本机制是：利用海带原始种群丰富的遗传基础，经过严格的有方向的选择和连续的自交，分离出和加强了若干优良性状，结果出现了所讨论的品种。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报，1962年第一期。

[2] 曾呈奎， 1958。海带在我国沿岸的南移养殖，科学通报， 1958 年，17: 531—533 页。

[3] 曾呈奎、孙国玉、吴超元，1955 年。海带的幼苗低温渡夏养殖试验报告。植物学报，4 (3).

[4] 曾呈奎、吴超元、孙国玉，1957 年。温度对海带孢子体的生长和发育的影响，植物学报，6(2)。

[5] Buzzati-Traverso, A. A., 1960. Perspectives in Marine Biology. in Perspectives in Marine Biology, edited by A. A. Buzzati-Traverso. University of California Press. pp. 613—621.

[6] Darwin, C. (达尔文), 1954。物种起源1872。周建人、叶笃庄、方宗熙译。三联书店，第20—56页。

[7] Föyn, B., 1950. Sex and Inheritance in the serpulid Pomatoceros triqueter, *Nature*. London **165**: 652.

[8] Hammerling, J., 1953. Nucleo-cytoplasmic Relationships in the Development of Acetabularia. International Review of Cytology, Vol. II. edited by G. H. Bourne and J. F. Danielli, Academic Press Inc. Publishers, N. Y.

[9] Lewin, R. A., 1960. Genetics and Marine Algae. 见 A. A. Buzzati-Traverso 主编的 Perspectives in Marine Biology, 1960. University of California Press. 547—557.

[10] Parke, Mary, 1948. Studies on British Laminariaceae. I. Growth in Laminaria saccharina (L.) Lamour. *J. Marine Biol. Assoc.* UK, 27 (3): 651—700.

[11] Srb, A. M. and Owen, R. D., 1952. General Genetics. W. H. Freeman and Co. California. pp. 469—520.

[12] Sundene, O., 1958, Interfertility between forms of Laminaria digitata. *Nytt Magasin for Botanik.* 6: 121—128.

本文合作者：吴超元　蒋本禹　李家俊　任国忠

海带柄长的遗传

前　　言

海洋遗传学是海洋生物学中的一个新方向。国际上在这方面做的工作很少，正如 Buzzati-Traverso(1960)[5]所说，海洋遗传学几乎是一片处女地。比之海洋动物，海藻的遗传研究做的更少 (Lewin,1960)[9]。Barber (1947)[4] 曾从遗传学的角度讨论了海藻的生活史。Hämmerling(1953)[8] 和Stitch(1959)[12]曾观察了伞藻的细胞核在个体发育中的主导作用及其与细胞质的相互联系、相互制约。Föyn(1960)[7] 发现了石莼的性环连。海带和其他高等海藻的遗传尚未见到有关的研究结果发表。几年来，我们曾就海带的遗传育种做了一些初步工作，并培育出“海青一号”新品种。在遗传育种的实验工作中，我们累积了一些有关海带柄长的材料。

海带孢子体一般分为叶片、柄和固着器三部分[10]。叶片是进行光合作用的主要器官。固着器由假根附着在海中岩石或其他坚硬部分。柄是上述两个部分的联络者(图 1)。它一般略呈圆柱形，其长度呈连续变异，是一种数量性状。

在个体发育中，海带受精卵通过细胞分裂形成多细胞的幼孢子体。幼孢子体基部跟底质接触处形成固着器。固着器上面的细胞通过细胞沿边分裂，增大体积，逐渐形成柄。随着藻体的生长发育，柄也向纵和横两个方向生长，变粗变长，成为极其坚韧的结构，有力地支撑藻体。

海带类不同的物种，柄长不一致，例如糖海带(*L.saccharina*(L.)Lamour) 的柄比海带 (*L.japonica* Aresch) 的柄长的多。同一物种的不同个体，柄长也不一致。例如海带柄长的变异幅

度大约是1—8厘米。什么原因影响柄的长度？Parke(1948)[11]曾对糖海带的柄长差异做了一些观察。她认为影响糖海带柄长的因素跟影响整个藻体生长差异的因素是一样的。这些因素是：年龄、植物体发育的季节、植物体所处的水深、底质的性质和不同的纬度等。她指出，糖海带柄的生长速度随生长地点的荫蔽程度以及藻体离开水面的深度的增加而增加。总的情况是：光线愈强，柄愈短。她指出，生长在潮间带的糖海带到第二年结束时柄长只有10厘米，直径0.5厘米。而生长在潮下带有荫蔽的同一年龄的糖海带柄长达到130厘米，直径1.9厘米。她又指出，生长在英国较北地点的糖海带柄较长。Parke对糖海带柄生长的观察是相当细致的，可惜她对糖海带柄长差异没有进行统计分析，也没有从遗传学角度考虑问题。因此，她对柄长差异的分析是不充分的。本文以海带为对象，就柄长的原因作进一步的讨论。

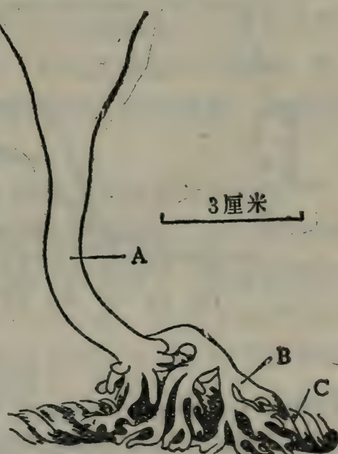


图1　柄和固着器

A.柄；　B.固着器；　C.棕绳

海带几个种群柄长分布的比较

首先讨论海带三个种群柄长差异的分布情况(表1)。这三个种群是：原始种群、自交种群和“海青一号”(以下简称“海一”)种群。

这里所说的原始种群属于目前生产上的种群，一般是由若干棵种海带混合在一起采苗的。自交种群是我们实验中的种群，由单棵种海带采苗，自交。“海一”种群是我们初步培育出来的品种，也是单棵采苗，自交。

表1　海带三个种群柄平均长的比较

组　别	总　数	柄平均长和标准差(厘米)
原始种群	100	4.1±0.83
自交种群	82	3.6±0.60
“海一”种群	47	[illegible]2±0.62

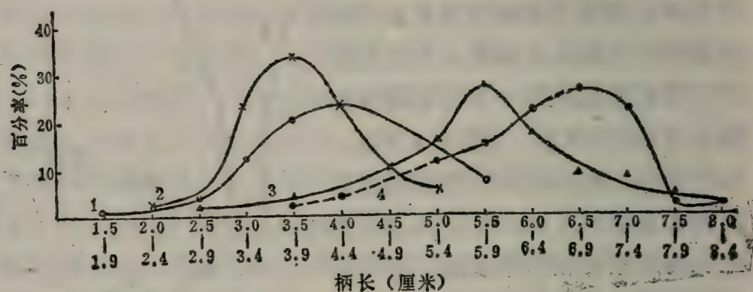


图2　几个海带种群的柄长分布曲线

1.自然种群；2.自交种群，亲本柄长3.2厘米；3.“海一”亲本种群；4.“海一”种群，亲本柄长6.0厘米

这三个种群的柄平均长度的差异，用以下的统计学公式[2]

$$d=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$$

检查，都是显著的差异。换句话说，这些差异大概不是随机取样偶然得到的差异，而是表明这三个种群在柄长方面的确有所不同。图2的柄长曲线分布也清楚表明三个种群的差异，特别清楚地表明“海一”种群通过“海一”亲本种群，已经从原始种群分化出来。

既然这些差异从统计学上看出来是真实的，那就可以进一步讨论引起差异的原因。

引起生物个体差异的不外乎环境和遗传两种原因。

环境的原因

植物在不同生长密度的情况下，植株高度往往有所差异。生长密度较大的，有一部分植株往往会比较瘦长。光线强度的差异也会引起植株高度的差异，在光线比较不足的情况下的植株往往会长得更长些。这些规律也同样适用于海带柄的生长。我们从观察发现，当育苗绳上密集的海带达到一定长度不进行分散时，柄就长的比较长些；如果在适当时期分散幼苗，降低密集，由于光线强度的增加，柄的生长速度就降低。

我们来进一步分析表1中的三个种群。自交种群和“海一”种群的生长密度是一致的，都是30厘米长的棕绳夹上10—15棵海带小孢子体，它们又都挂在1米深的同一海水层中。原始种群情况有些不同。原始种群是在这样情况下生长的：沿着1.5米长的棕绳夹40棵以上的海带孢子体。为了使上层和下层的孢子体都能得到较充足的光线，养殖工作者曾按时（每2星期左右）把棕绳倒置，使上下层海带输换位置。所以，总的看来，原始种群的个体的生长密度较高，光线比较不足。以上三个种群都生长在同一海区里。

这样看来，原始种群柄平均长度显著地高于自交种群，至少有一部分原因可以归于环境条件的差异。但环境条件的差异不能完全说明三个种群柄长的差异。第一，“海一”种群的生长条件跟自交种群一致，而“海一”种群柄平均长度都显著地高于原始种群和自交种群。第二，原始种群跟自交种群的差异不仅仅是生长条件有所差异，遗传性大概也有所差异，因为原始种群是一向进行混杂采苗的，而自交种群已经经过连续两代的单棵采苗。由于自交会导致性状分离，因此它们的遗传性很可能已有所分化。第三，如果密植在一定程度上可以导致柄部变长的话，那么培育密度较大的原始种群应当比“海一”种群的柄长些，但事实并不如此。

是不是还有其他环境条件影响柄的生长？在定向培育“海一”的过程中，我们曾几次使用过高温（20℃或22℃）处理配子体，由此得到了若干有关柄长的材料（表2)。我们来看一下这种处理对柄长有什么影响。

表2的材料表明高温处理配子体对以后所长成的孢子体柄长似乎多少有所影响。例如，1960年的一次高温处理所长成的孢子体柄比对照组短，其余三组的柄都较长。这种差异是否由于高温处理所引起还不能肯定，因为实验中的这几批材料都不属于同一棵的后代，它们彼此间也可能有遗传差异，对于柄长有所影响。

表2　几批海带配子体经过高温（20℃或22℃）处理所长成的孢子体柄长的比较

处理时间	处理代数	总数	柄平均长和标准差（厘米）
1960	1	21	2.6±1.0
1958，1959	2	22	4.0±0.8
1958，1960	2	13	4.0±0.4
1958，1959，1960	3	3	4.3
对照	0	82	3.6±0.6

但有一点似乎可以肯定，高温处理配子体不管对以后所长成的孢子体柄长有什么影响，无论如何没有引起定向变异，即没有使柄全部或大部分都长的长些或都长的短些，连续高温处理也没有增强柄变异的倾向。这就是说，目前的材料并不支持高温处理配子体能引起以后长出的孢子体的柄发生定向变异。

跟这个初步结论一致的是，秋苗的柄并不比夏苗的柄长些，而是大体一致（表3)，虽然秋苗和夏苗的亲本经历过不同的温度条件。秋苗是从渡夏的种海带采的苗，所以秋苗跟夏苗相比，秋苗的亲本曾有几个月经历过较高温度的影响或锻炼。如果高温处理对柄有定向影响，应该在一定程度上反映在秋苗的孢子体上。我们目前的材料表明高温对亲本或配子体不管发生了什么作用，

对所长成的孢子体柄长没有什么规律性的影响。

表3 秋苗和夏苗孢子体柄长比较

苗的性质	总数	柄平均长（厘米）
夏苗(1)	23	3.8
夏苗(2)	34	3.7
秋苗(1)	22	3.7
秋苗(2)	26	3.6

从以上的材料可以知道，某些环境条件，例如生长密度和光线强度对海带柄长多少有所影响。其他环境条件的影响如何，尚待进一步的研究。但是，无论如何环境影响不能完全说明我们所观察到的柄长差异。这是因为还有遗传的因素在发生作用。

柄长由于遗传性的原因

支持海带柄长差异有遗传原因的至少有以下三类证据。

(1)当“海一”和对照组海带生长在同样条件下时，其柄的平均长度显著地超出于对照组（表1）。

(2)亲本柄长的，后代柄平均也是长的；亲本柄短的，后代柄平均也是短的(表4)。

表4 海带柄长的遗传情况（孢子都有单棵采的）

亲本柄长（厘米）	后代	
	总数	柄平均长（厘米）
6.0	47	6.2
3.2	82	3.6
3.2	11	3.6
4.2	36	4.0
4.2	26	3.6

（3）"海一"亲本的后代，根据分苗的先后，有几批。这些后代大部分培育在青岛，一部分培育在厦门，它们的柄平均都是长的，而且长度是一致的（表5）。并不表现Parke（1948）[11]所观察到的所谓高纬度会使柄长得长一些的现象。

表5 海带柄长的遗传（"海一"亲本柄长6.0厘米，它的几批后代柄都是长的）

"海一"种群	总数	柄平均长（厘米）
青岛(1)	14	5.9
青岛(2)	9	6.9
青岛(3)	24	6.1
厦门	8*	6.1

* 这8棵是厦门海一标本拿回青岛后测量的。

大略看来，柄长是一个呈连续变异的数量性状，它跟一般的数量性状一致，呈常态分布。按照细胞遗传学的研究[6]，大多数数量性状，例如烟草花的大小、玉米穗的长短、牛奶的产量和鸡蛋的多少等，既受许多环境条件的影响，也受许多遗传因子的制约。看来海带柄长的遗传基础也是这样。这样遗传因子的性质怎样呢？是否有些遗传因子比另一些遗传因子对柄长的效应大一些呢？目前的材料还不能回答这个问题。

这些遗传因子是否有显性和隐性的关系呢？我们来看一看表6的材料。

表6的材料基本上可分以下四个类型：

（1）混交的后代，亲本柄长不知道，这代表海带原始种群的情况，柄长大部分（89%）在3—5.4厘米之间。

（2）亲本柄长3.2厘米，大部分后代（约82%）柄长在2.5—4.4厘米之间。

（3）亲本柄长4.0—4.5厘米，大部分后代（约84%）柄长在3—5.4厘米之间

（4）亲本柄长6.0厘米，大部分后代（约93%）柄长在5—7.4厘米之间。

表6　不同亲本，后代柄长的分布情况

柄长度（厘米）	亲本柄长（厘米）					
	混交*	3.2	4.0	4.2	4.5	6.0（"海一"亲本）
1.5—1.9	1					
2.0—2.4	0	2				
2.5—2.9	3	3	2	3	3	
3.0—3.4	12	19	3	9	3	
3.5—3.9	20	27	10	10	1	1
4.0—4.4	23	19	7	45	6	0
4.5—4.9	17	8	8	21	6	0
5.0—5.4	17	4	11	5	8	5
5.5—5.9	7		4	1	4	7
6.0—6.4			2		7	10
6.5—6.9			2		2	12
7.0—7.4						10
7.5—7.9						1
8.0—8.4						1

* 是海带原始种群，由多棵海带混合采孢子，亲本柄长不知道。

这些材料表明，亲本柄长和后代柄长之间有相当高度的相关性（这证明有遗传性）。同样，表6也表明亲本柄短的（3.2厘米），后代没有一个个体的柄达到5.5厘米，而亲本柄长的（6厘米），后代却有一个个体的柄是属于短柄的（3.5厘米）。这种材料暗示着长柄对于短柄具有一定的显性作用。实际如何，还有待进一步的探讨。

还有，所谓长短，对于连续变异的性状来说是相对的，不能截然划分。任何划分都带着随意性。这个划分应放在哪一点（6厘米或5厘米或其他长度）上比较能说明问题，现正在继续探讨中。

短柄和长柄的来源

现在讨论表1中另一方面的材料。表1中自交种群属于短柄的种群，“海一”种群属于长柄的种群。这是遗传差异，它们有不同的遗传基础。现在要问：这不同的遗传基础是怎样来的？是从哪里来的？

是否环境引起的定向变异？目前的材料不支持定向变异的论点。前面已讨论过，短柄或长柄的性状跟高温处理海带配子体没有明显的关系（表2）。

是否环境引外的诱发突变？目前的材料也不支持诱发突变的论点。第一，表1中的自交种群原则上起源于原始种群，原始种群里有36%的个体的柄长在3.9厘米以下。换句话说，短柄个体在原始种群里是相当多的，从这类个体就可能产生短柄的自交种群。在这里不需要假定诱发突变的发生就足以说明问题。第二，表1中的“海一”种群也原则上起源于原始种群。那里有24%的个体的柄长在5.0厘米以上。根据表6的材料，可以看到柄长在4.0—4.5厘米之间的亲本就有一部分后代(24%)的柄长在5.5—6.9厘米之间。而“海一”的亲本柄长是6厘米。这就是说，“海一”长柄的遗传基础原则上也存在于原始种群里。这里也同样不需要假定诱发突变的发生就足以说明问题。

什么因素使短柄的种群和长柄的种群从原始种群分化出来？我们认为，自交和选择是这种分化过程的主要因素。在“海一”新品种的培育过程中，对“海一”亲本和对照组，我们都采用单棵采苗，实行自交。按照细胞遗传学原理，自交就必然产生性状的分离；加上选择培育就会使分离的性状继续分离，朝一定的方向分化。在我们的实验中是向短柄和长柄两方面分化。还有，我们的材料又表明这分化是逐步的。例如，“海一”亲本种群的平均柄长介于原始种群和“海一”种群之间。图2的曲线具体地表明

了长柄种群是逐步发展的情况。

长柄种群逐步发展的事实是自交和选择的必然结果。连续的自交和定向的选择必然导致遗传基础朝一定方向纯化，即纯型合子化，从而加强了变异，使柄在一定范围内一代一代地变长。

这就是说，用原始种群的杂种性和自交结合选择的原理，就足以说明短柄和长柄的来源。达尔文选择学说[2]和细胞遗传学原理[6]的综合就足以说明短柄和长柄种群起源的机制。

提　要

本文根据海带柄长的若干材料，对影响柄长发育的因素作了初步的分析，提出了以下的论点：

海带柄的长度是一个数量性状，呈连续变异。这个性状的发育既受环境条件的影响，也受遗传因子的制约。

目前可以肯定的环境影响是生长密度和光线强度。生长较密和光线较弱都会使柄长一些。但目前所观察的几个种群的柄长差异，在很大程度上有遗传的原因。属于遗传的差异。这一结论跟Parke(1948)[11]的环境论观点很不相同。

影响柄长的遗传因子不是一个而是多数。使柄向较长方向发展的某些遗传因子似乎有显性作用。

短柄和长柄的遗传基础都不是新近产生的，既非起源于定向变异，也非起源于诱发突变。这些遗传基础都原来就存在于海带原始种群里。从原始种群的杂种性出发，通过连续自交和定向选择，遗传基础便发生分离并逐渐纯化，终于使短柄种群和长柄种群从原始种群分化出来。

参 考 文 献

【1】 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962. 海带"海青一号"的培育及其初步的遗传分析，植物学报 10 (3): 197—209.

[2] C. 达尔文著（周健人、叶笃庄、方宗熙译），1954。物种起源。三联书店，20—56页。
[3] Bailey, N. T. J., 1959. Statistical Methods in Biology. The English Universities Press Ltd. p. 136.
[4] Barber, H. N., 1947. Genetics and Algal Life Cycles. *Australian J. Sci.* 9: 217—218.
[5] Buzzati-Traverso, A. A., 1960. Perspectives in Marine Biology. In "Perspectives in Marine Biology", edited by A. A. Buzzati-Traverso, University of California Press. pp. 613—621.
[6] Dodson, E. O., 1956. Genetics, W. B. Saunders Co. Philaelphia. pp. 112—125.
[7] Föyn, Björn, 1960. Sex-linked inheritance in Ulva. *Biol. Bull.* 118 (3): 407—411.
[8] Hämmerling, J., 1953. Nucleo-Cytoplasmic Relationships in the Development of Acetabularia. International Review of Cytology, edited by G. H. Bourne and J. F. Danielli. Academic Press Inc. Publishers. N. Y. pp. 475—505.
[9] Lewin, R. A., 1960. Genetics and Marine Algae, in "Perspectives in Marine Biology", edited by A. A. Buzzati-Traverso. pp. 547—557.
[10] Papenfuss, G. F., 1951. Phaeophyta, in "Manual of Phycology", edited by G. M. Smith, Waltham. Mass. U. S. A. pp. 145—150.
[11] Parke, M., 1948. Studies on British Laminariaceae. I. Growth in *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. *J. Mar. Biol. Assoc.* 27(3): 651—709
[12] Stitch, H. F., 1959. Changes in Nucleoli Related to Alterations in Cellular Metabolism. in "Developmental Cytology", edited by D. Rudnick The Ronald Press Co. N. Y. pp. 105—122.

本文合作者：蒋本禹 李家俊

密植对海带柄长影响的初步观察

前　　言

光线对植物不仅提供能量，而且在其他方面调节植物的生长，例如影响叶绿素的形成、性的成熟和植物长度的生长等[5]。生长在缺乏光线地方的幼苗，不仅颜色很淡，而且茎长得很长。另一方面，密植对生长也有影响。生长密度如果很高，植物会长得比较瘦长，甚至会引起许多植株的死亡[3]。当然，生长密度跟光线强度有所联系。生长密度过高，光线就往往不足。

光线跟海带类植物柄长的关系已有一些观察。Parke(1948)指出，生长在潮间带的糖海带（*Laminaria saccharina*）到生长的第二年结束时，柄长只有10厘米，而生长在潮下带有荫蔽的同一年龄的糖带海柄长可以达到130厘米。这表明光线愈弱，柄就长得愈长。

生长密度和光线强度对海带（*L. japonica*）柄长生长的影响，我们曾有过一些初步的观察[1]。我们注意到生长在光线弱处的海带，柄生长得长一些，例如，在海带养殖场的海带植株平均柄长是4.1厘米，而同一来源的海带在我们实验中它的柄长平均3.6厘米。这两个差异可能主要是光线强度有所不同，这因为养殖场的海带是在1.5米长的棕绳上夹40棵以上的海带，我们实验中的海带是在30厘米长棕绳上夹10—15棵海带。前者挂在半米深的水层中，后者挂在1米深的水层中，让海带向下伸展。所以总的情况是养殖场所养殖的海带至少有一部分接受到的光线比较不足。但无论如何，我们所看到的光线对柄长的影响，不象Parke

所观察的那样大。

为了进一步观察密植和光线对海带柄长生长的影响，我们于1961—1962年在培育海带“海青一号”新品种[1]的同时进行了一个小实验，用来观察密植对柄长生长的影响。

材料和方法

实验所用的材料是海带“海青一号”。采用这个材料的理由是，这批海带的柄较长，跟对照组相比，遗传性比较纯一，便于区别遗传的影响和环境的影响。

实验所用的“海青一号”是两棵种海带，即“海一”61-252-1和“海一”61-252-6。前者的柄长是5.0厘米，后者的柄长是6.5厘米。它们都分别单棵采孢子，自交。此外，还有由混交而来的对照组，即养殖场的材料。

实验是这样进行的：用长约2米的棕绳采孢子，保持相似的孢子密度。因为有两棵种海带，所以用两根棕绳分别采孢子。采孢子时间是1961年7月5日。在实验室里培育成幼孢子体后，到10月27日移入海里养殖。到1962年1月25日分苗，把生长较大的幼苗分散养殖。让余留下来的幼苗仍旧密集生长在一起，不加分散，任其自然生长。这显然是过分的密植。这两根长满海带幼苗的棕绳，挂在半米深的水层中。在养殖过程中，我们都没有去移动过这两根苗绳。

分散的幼苗，是用30厘米长的棕绳夹着10—15棵幼苗，挂在1米深的水层中。

海带“海青一号”在以上这两种情况下的环境差异是生长密度的差异和光强的差异。在经过分苗而不密植生长的情况下，由于棕绳只有30厘米长，挂在1米深的水层中，在固着在棕绳上下部分在海带植株所接受的光线虽有一些差异，但差异不很大，它们全部都能正常生长。在不分苗而密植生长的情况下，由于棕绳很长

（2米长），海带植株又很多，上面植株的生长会使下面植株得不到充分的阳光，所以上下部分所接受的光强差异很大。

结果和讨论

1. 密植下的生长情况

一般由分苗而养殖的海带，大小差别大都不很大，也没有什么死亡，但可以由于假根固着不牢而掉落一些个体。上述密植情况下的海带生长则另有特点：

（1）随着海带植株的生长，发生了许多死亡。原来基本上是一棵挨着一棵生长在一起的许多海带植株，到后来则变成分段生长，海带植株主要分布在同一棕绳的上下两段上。在上段70厘米左右的棕绳上有十几棵较大的植株和许多小植株生长在一起，中段约30厘米长的一段棕绳上是许多植株的尸体。这是由于种内竞争所引起的死亡。在棕绳的下半又有一段生长着许多棵海带。这种自然稀疏的生长在其他植物里也看到[3]。所以到收获时，一根长约2米的棕绳上只剩下为数不多的海带植株。

（2）个体大小差异很大。有些植株，特别是在上层水中的植株，可以长达1.5米以上，而另一些植株则极小，只有约20厘米长。这表明这些植株在生长中受到了严重的抑制，不能正常生长。

2. 密植情况下的柄长

到收获时，我们对过分密植情况下和不密植情况下成长的海带的柄长进行了测量。对过分密植情况下的小海带柄长则不加测量。成长海带测量的主要的结果如表1。

从表1可以看到过分密植的海带植株平均柄长比经过分苗而生长的海带平均柄长长了许多，这差异（7.8－5.4＝2.4厘米），用

$d=\dfrac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\dfrac{s_1^2}{n_1}+\dfrac{s_2^2}{n_2}}}$检查[4]，$d=11$，$p$在0.001以下。这表明差异是高度显著的。

表1　海带“海青一号”品种在不同生长密度下柄长的比较

亲本		后代			
来　源	柄长（厘米）	条　件	总　数	平均柄长和标准差（厘米）	变异系数（%）
“海一”61-252-1	5.0	过分密植	35	7.6±1.46	19.2
“海一”61-252-6	6.5	过分密植	18	8.7±1.48	17.0
		（合计）	53	7.8±1.47	18.8
“海一”61-252-1	5.0	不密植	29	5.5±0.66	12.0
“海一”61-252-6	6.5	不密植	31	5.3±0.47	8.9
		（合计）	60	5.4±0.56	10.2
对　照		不密植	46	3.0±0.63	21.0

由于它们都有同一来源，即都属于“海青一号”的两棵种海带的后代，所以有理由认为引起这差异的主要原因是过分密植，即过分密植约可使柄长增长44%$\left(\dfrac{2.4}{5.4}\times100=44\%\right)$。

3.光强对柄长的影响

当然，我们这里所说的过分密植也牵涉到光强问题。在过分密植的情况下，在同一棕绳上的海带所接受的光强差异很大。在上层，所接受的光强是足够的，在下层，所接受的光强是很弱的。因此，如果光强对柄长有所影响，应该可以看到在光线充足的上层，柄是短的，在光线不足的下层，柄是长的。事实正是如此，上层的海带柄长平均是5.4厘米，跟不密植情况下的海带平均柄长（5.3厘米）是基本上一致的，在光线不足的下层海带，柄长平均在8厘米以上（表2）。

表 2　海带“海青一号”品种在不同水深中柄长的变异幅度的差异

水　层（米）		棵　数	柄平均长（厘米）	变异幅度（厘米）
上层（0.5—0.7）		4	5.4	1.6 (4.6—6.2)
中层（0.7—1.0）		8	7.1	2.6 (6.2—8.8)
下层	1.5以下	10	8.2	4.5 (6.5—11.0)
	2 以下	13	8.1	4.0 (6.5—10.5)

表 2 的材料既表明密植的影响，也表明光强的影响。在 0.5 米的水层，虽然密植，但光线是充足的，甚至比不密植（培育在 1 米水层）的海带所得到的光线还多，在那里的海带柄是短的。在 1 米左右水深的海带，由于过分密植，一些植株所得到的光线少些。在这深度的海带柄平均是长的（7.1厘米），这既由于光线不足，也由于密植，而看来密植是更重要些的。第一，在不密植情况下生长在 1—1.5 米深度的“海青一号”柄长还是短的（表 1）。第二，表 2 的材料表明，1.5 米以下的深度的海带柄长是基本上一致的，即8.2厘米和8.1厘米，并没有由于水层愈深（即光强愈弱）而柄部愈长。

4.　密植情况下的变异幅度

从表 1 和表 2 的材料可以看到，在不同的生长密度和不同的光强下，海带柄长的变异幅度是不一样的。分析表 1 的变异系数（=标准差/平均数×100）可以看到不密植情况下的对照组变异系数最大（21%），而不密植情况下的“海青一号”变异系数最小（10.2%），约只有前者的一半。什么原因引起变异？引起对照组变异的原因，一方面是遗传的差异，因为对照组是遗传混杂的种群；一方面是环境的影响。引起不密植的“海青一号”变异的

原因，则主要是环境的因素，因为“海青一号”的遗传性跟对照组相比是比较纯一的。

过分密植下的“海青一号”的变异系数（18.8%）比不密植情况下的“海青一号”的变异系数（10.2%）大得多，接近于对照组的变异系数。这个明显差异可以归因于过分密植（包括光强不足）的影响，即 18.8%－10.2%＝8.6% 的变异系数是由于过分密植所引起的。

表 2 的材料支持上面的论点。分析表 2 各水深海带柄长的变异幅度，可以看到变异幅度基本上随水深度的增加而增加。

但是，无论如何，我们所看到的海带柄长在不同光强下的差异仍然远远少于 Parke（1948）对糖海带的观察。这种差异可能跟物种不同有关。

结　论

本实验用海带“海青一号”在不密植和过分密植下，柄长生长的材料来分析过分密植对海带柄长的影响。初步的实验结果表明，过分密植（包括光线不足）即使海带柄部长得长些，也使变异幅度大些。过分密植约可增加柄长 44%，约可增加变异系数 8.6%。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1962。海带柄长的遗传。植物学报，**10** (4): 327—335.

[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带“海青一号”的培育及其初步的遗传分析。植物学报，**10** (3): 197—209.

[3] B. H. 苏卡切夫，1953。论植物的种内相互关系与种间相互关系。郝水译，关于物种与物种形成问题的讨论(第二集)，科学出版社。

[4] Bailey, N. T. J., 1959. Statistical Methods in Biology. London. pp. 33—77.

[5] Bonner J., and A. W. Galston, 1952. Principles of Plant Physiology.

W. H. Freeman and Company, USA, pp. 468—471.
[6] Parke, M., 1948. Studies on British Laminariaceae. I. Growth in Laminaria saccharina (L.) Lamour. J. Mar. Biol. Assoc. 27 (3): 651—709.

本文合作者：蒋本禹

从海带的遗传育种工作谈育种的一般原理

前　言

海带是我国的重要经济海藻之一。它原产在北太平洋西部的冷水海区。从古代起，我国就从朝鲜进口这种含碘丰富的海产品。几百年来，我国市场上的海带主要来自日本，解放以后，在党和政府的关怀和支持下，海带养殖事业有了很大的发展。特别是1958年以后，我国海带养殖事业出现了一个飞跃发展的局面。现在我国沿海从北到南，都广泛养殖海带。

解放以来海带养殖事业的蓬勃发展，跟在这方面所进行的科学研究是分不开的。通过科学研究，我国海藻学工作者不仅摸清了海带的生活史及其个体发育中各阶段所要求的生活条件，而且研究出一整套适合我国条件的养殖技术方法。最近我国海藻学家曾呈奎、吴超元等把这方面的研究成果，整理成书出版。[1]

但是，海带养殖中还有一些问题，如幼苗腐烂问题、品种问题和合理施肥问题等等需要继续研究解决。海带新品种的培育，就是解决品种问题的具体工作。

原来我国养殖的这种海带，来自北海道冷水海区，对于较高的温度不能适应。如何培育出抗较高温度的品种是亟待解决的问题。还有，我国目前养殖的海带原则上都是自然种群，谈不上品种。如何培育出各种各样的海带品种，以适应各不相同的海区和各种不同的需要，也是亟待研究的问题。

从1958年起，中国科学院海洋研究所的一些同志就海带新品

种的培育进行了比较系统的工作，并且取得了一些初步的成果。我参加了这项工作。我们现在有了一个新品种即“海青一号”[2]和若干有培育前途的自交系。

海带新品种的培育是怎样进行的呢？

海带新品种的培育过程

1958年，我们从山东省水产养殖试验所取来一部分海带孢子，培育在正常温度（10℃左右）下。等到海带孢子发育成配子体后，我们就把配子体移到20℃的高温条件下培育，这是对配子体进行高温处理。经过1个多月，大部分配子体都死亡了，然后把温度降低，让存留下来的配子体产生出生殖细胞，由此发育成若干幼孢子体。于是把幼孢子体按时移入青岛团岛湾的海里培育。到收获时节，我们发现这批经过高温处理的海带生长得比对照组海带（即同一来源但配子体未经高温处理的海带）好些，产量比较高些。

1959年，我们进行分析研究以后，确定海带的自然种群具有杂种性[3]，因此开始让海带进行严格的自交，即选择生长良好的海带，单棵采孢子，得到了几个种群的海带孢子体。这些海带的生长，平均都比对照组海带好些。其中一个种群就是“海青一号”的亲本种群。

1960年，我们继续让所选择的种海带，分别采孢子，进行自交。由此我们又得到了几个种群的海带孢子体。到1961年春天收获时，我们看到它们的表现比较一致，都比对照组海带生长得好些，并能耐较高的温度。为便于区别和进一步的研究，便把符合要求的一组海带命名为“海青一号”。

1961年，为了进一步稳定“海青一号”的遗传性，我们仍继续从“海青一号”中选择若干良好的种海带，进行自交。1962年春天收获时，我们看到“海青一号”的若干种群仍然表现生长优势。情况如表1。

表1 "海青一号"、自交系和对照组海带成熟孢子体的比较(1962)

组　　别	个体数	平均长（厘米）	平均宽（厘米）	平均厚（厘米）	柄均平长（厘米）	棵平均干重（克）
"海青一号"	76	309.2	26.0	1.31	5.3	101.3
自交系（1）	43	294.9	24.6	1.26	3.1	84.8
自交系（2）（体薄）	53	265.5	23.4	1.20	2.8	64.8
对照	46	264.1	21.4	1.37	3.0	74.3

（注）表内个体数是平均长的个体数，其他性状的个体数略有增减。

从表1可以看到，"海青一号"和自交系（1）的生长情况都比对照组海带好。但自交系（2）则比对照组差些。这个自交系全部是体薄的个体，虽然它们在长度和宽度方面都跟对照组相似，或稍好一些，但厚度却差些，因此棵干重少些。这一组海带自然脱落比较严重，不能耐高温。

一些初步的成果

海带遗传育种工作5年来所取得的一些初步成果，主要如下：

首先是"海青一号"新品种的出现。这是海带养殖中的第一个品种，标志着海藻遗传育种研究的开始。

"海青一号"跟对照组海带比较起来，具有以下的性状：能够耐较高的温度，生长快些，生长时期长些，成熟晚些，藻体大些和重些，柄部长些。据1961年的观察，"海青一号"和对照组幼孢子体在海里开始培育时，它们的日生长速度相似，对照组幼孢子体生长稍微快一些。从3月6日以后到6月1日，"海青一号"的日生长速度则大大超过对照组。这表明"海青一号"能够保持

生长优势约达3个月之久。这个时期的海水温度是从6℃逐渐升高到18.2℃。

其次，是若干自交系的出现。现在我们已得到若干自交系的材料，一部分是连续3年的自交后代，一部分是连续4年的自交后代，现在开始有连续5年的自交后代。它们虽然还不是完全纯型合子化，即还不是纯种，但已经相当接近了。这些自交系有的表现对温度的适应力不一样，有的表现对电离辐射或其他外界条件的反应不一样。有一些自交系在形态上有明显的分化，例如有藻体较长的，有藻体较短的；有藻体较狭的，有藻体较宽的；有藻体较薄的，有藻体较厚的；有柄部较长的，等等。这些自交系或品系的出现，在海带养殖中是有意义的。

再其次，由于自交系的出现，就可能研究杂种优势问题。杂种优势在农业实践中，例如在玉米和家蚕的生产实践中，已广泛应用，提高了产量。在海带养殖中杂种优势也可能有利用前途。

再其次，是关于海带性状的遗传规律的研究。我们现在已经累积了许多材料，表明海带的长度、宽度、厚度和柄部的长度等是数量性状，既容易受到环境的影响，又受遗传的控制。

此外，我们还发现低剂量电离辐射对海带配子体有良好的生物学效应，能够促进生长[4]。

几个问题的讨论

海带育种工作的基本过程跟一般农作物和农业动物的育种过程是一致的。一般的育种工作从杂交开始，即仔细挑选杂交用的品种，让两个品种杂交，然后对所得的杂种进行连续的自交（或近亲交配）和选择，细心培育，就可能得到所需要的品种。我们的育种工作的出发点是杂种，因此连续的自交和选择，成为我们育种的基本手段，同时我们也注意对海带提供优良的生活条件。

但是，不同的学派和学者对于自交、选择和生活条件的作

用，看法不同，对于定向培育（即有计划有目的地培育新品种）的看法也不同。这里结合我们几年来的研究工作来讨论几个问题。

1. 自交的后果

自交包括自体受精和近亲交配，它跟杂交相对。达尔文认为，杂交大都能够提高后代的生活力和能育性，自交常会产生不良的后果，使后代的生活力和能育性降低[5]。细胞遗传学的研究[6]指出，在大多数情况下的确可以看到杂交有益和自交有害。但这是有条件的。有益和有害主要看遗传基础的内容，看基因型如何，如果不含有隐性的有害基因，自交一般是无害的。因此，不是所有的杂交都产生杂种优势，也不是所有的自交都导致退化。例如，不同品种小麦的杂交不一定产生杂种优势；燕麦、豌豆、蚕豆和蕃茄等累代长久连续自交，仍然保持旺盛的生活力。还有，自交是育种和保持优良品种的必需手段，非用不可。但是，也有一些学者把杂交有益和自交有害绝对化，反对自交，特别是反对连续的自交。[7]他们认为定向培育新品种在于利用生活条件来控制杂种的发育方向。他们认为杂种具有所谓动摇的遗传性，容易受环境锻炼，容易定向培育。

我们现在的工作成果不支持定向变异导致定向培育的论点，而支持了细胞遗传学的论点。

（1）按照细胞遗传学的研究，杂种自交必然根据等位基因（例如A和a、B和b）的分离和重组合规律，引起性状的分离。分离的复杂情形随杂种的程度而不同。如果只牵涉到两对基因的不同（AaBb），那末性状分离的多样性如果有显性的话，是A-B-，A-bb，aaB-和aabb四种，而基因型的种类则是$3^2=9$种。如果牵涉到三对基因，那末基因型的种类是$3^3=27$种。如果牵涉到N对基因，那末基因型的种类是3^n种。我们从一棵海带连续自交的后代材料中，已经看到性状的分离相当广泛。

(2)连续自交同时会导致遗传基础的纯型合子化，即趋向纯种，例如，杂种的遗传基础如果是AaBb（就比较简单的情况讲），那末在等位基因分离的过程中，就会分离出四种纯型合子：

AaBb

↓(自交)

AABB、AAbb、aaBB、aabb

这些个体都会真实地遗传。我们已从海带连续的自交中得到一个体薄的自交系，看来它在这方面的遗传基础已比较趋于纯型合子。

(3)自交可以使品种的遗传性得到稳定。这是跟品种的纯型合子化相联系的。例如原来的品种的遗传基础如果是AaBbccddEE，它是不稳定的，如果通过自交和选择，使变成AABBccddEE，它就稳定了。我们的“海青一号”的遗传性，通过连续自交，去年就比前年稳定些，今年又比去年稳定些。

(4)自交有害是相对的。我们看到海带自交中分离出来的自交系，有的在幼孢子体时期对较高温度很敏感，有的在配子体时期死亡率很高，有的藻体很薄，等等。这些都可以看做自交有害的一些表现。但与此同时，我们也得到了一些生长很好的自交系。“海青一号”也是连续自交的产物。总之，我们认为自交本身不一定是有害的。相反，结合选择，我们可能培育出有养殖意义的新品种。把自交无条件地看做有害，并不符合实际情况。

2. 选择的作用

选择是改变生物类型的一个有效手段。达尔文所阐明的自然选择是生物进化的基本机制，他所阐明的人工选择是家养动植物发展的基本机制。现在绝大多数的学者都接受达尔文的选择原理。但在某些方面有意见分歧。例如，细胞遗传学认为，选择本身不能引起遗传性的变异，选择在于对种群起汰劣留良的作用，在于使具有不同遗传性的个体有不同的生育率，从而会改变种群

的基因频率，导致生物类型的改变。因此，选择决定了生物发展的方向，选择有创造性作用。还有，细胞遗传学认为选择仅仅对杂种或混杂的种群有效，对纯种或纯系是无效的。另有一些学者则认为，选择之所以能够定向改变生物类型，在于它能够引起个体遗传性的定向变异。

我们的工作成果不支持定向变异的论点，而也支持了细胞遗传学的论点。

(1)选择的确是改变生物类型的有效手段。通过自交和选择，我们不仅培育出一个新品种，而且得到了若干自交系。这表明选择有创造性作用。

(2)我们的工作也表明，对杂种或混杂的海带种群进行选择，曾得到了一些效果，但对某些自交系进行选择，则没有得到相应的效果。这一点下面还要讨论到。

(3)在我们的工作中，没有看到选择能够引起遗传性的定向变异。例如就高温处理海带配子体讲，这是一个有效的选择方法，但在这里我们不能证明抗高温的品种遗传性是由高温引起的。相反，"海青一号"的若干性状都分别可以从一般的选择方法得到。例如，我们曾由同样的自交和定向选择得到一个自交系藻体特别长，另一个自交系藻体特别宽，另一个自交系能耐较高的温度。

3. 生活条件的重要性

任何生物都不能离开它所必需的外界条件而生活，任何生物在个体发育中都根据自己的遗传性，利用生活条件来建造自己。这是生物体跟生活条件的统一。关于这，细胞遗传学有一个著名的论点：表现型是基因型和环境相互作用的产物，即个体是遗传和环境相互作用的产物。但这方面也有意见分歧。有些学者认为，决定个体发育方向的是生活条件；细胞遗传学则认为遗传性才是个体发育方向的决定因素。与此相联系的是有些学者认为控制生物的生活条件就可以使遗传性朝一定方向发展，细胞遗传学

不同意这个论点。

我们在海带的定向培育中清楚地看到生物体跟生活条件的统一性，但没有看到生活条件能够引起遗传性的定向变异。

我们在实际育种的工作中充分体会到生活条件的重要性，特别是因为海带个体发育的各个时期要求的生活条件有所不同。比方说，海带孢子体大抵要在15℃以上的温度条件下才能形成孢子，配子体要在18℃以下才能产生配子。配子体比幼孢子体更能耐受较高的温度，等等。

还有，海带孢子体在生长发育过程中要求较多的矿物质，在青岛海区特别需要较多的氮肥。如果海水里养分不足，海带生长就不好。

海带有许多自然敌害，特别是配子体和幼孢子体时期，敌害较多，需要加意保护。培育在海里的小孢子体需要定期给它清刷，除去杂藻。等到它稍微长大些，就不怕杂藻来跟它进行生存竞争了。

4. 是定向变异还是定向选择？

是定向变异还是定向选择？这在育种工作中是一个争论的问题。我们的育种工作成果支持定向选择的论点。

海带“海青一号”的定向培育是从高温处理海带配子体开始的，由此得到了一个较能耐高温的品种，表面看来，好象是高温引起海带遗传性的定向变异，或者说海带配子体被迫同化了高温，遗传性发生了相应的变异。可是，仔细分析所取得的实验材料，就知道完全不是这末一回事。

（1）“海青一号”品种具有的若干性状，例如，生长得快些，藻体长些和宽些，成熟晚些，自然脱落轻些，柄部长些等，不可能一下子都由高温处理而形成，这些性状在自然种群的个别个体里可以分别看到，在某些自交系中也可以分别看到。当然，这些性状也不可能都由诱发突变而形成，因为牵涉到许多性状，高温

不会同时引起那末多有利的突变。

（2）“海青一号”品种能耐较高温度，某些自交系也能耐较高温度，这在成体时期可以看到，在配子体和幼孢子体时期也可以看到。表2就提供这方面的材料。这是原来培育在低温条件下的几组来源不同的配子体和幼孢子体，在逐渐提高温度后的死亡率比较。

表2　“海青一号”、自交系和对照组在高温条件下的死亡率比较

（移入高温后第五天）

组　别	雌配子体（24℃）		幼孢子体（22℃）	
	个体数	死亡率(%)	个体数	死亡率(%)
“海青一号”	195	6.2	159	54.1
自交系	175	1.1	181	39.2
对　照	169	28.4	134	56.0

（3）高温处理只对混杂的海带种群（它具有杂种性）有效，对海带自交系大都无效。例如，1961年我们把若干自交系的配子体进行高温处理，没有得到第一次高温处理所得到的效果。表3是我们实验结果的一部分。

从表3的材料至少可以得出以下几个结论：

第一，海带叶片长度是遗传的，亲本藻体长的，后代平均也是长的。

第二，各自交系之间的长度差异经过统计分析，是显著的。由于它们生活在相似的条件下，因此可以把这些差异归因于遗传的差异。

第三，高温处理海带若干自交系的配子体，不管是处理一代或处理几代，都没有看到孢子体长度跟对照组有什么显著的差异。这表明高温处理无效。

第四，高温处理混杂种群的配子体，由此所发育起来的孢子

体长度远远超过了对照组。这表明高温处理有效。

这是什么道理呢？“海青一号”的品种性状是怎样来的呢？高温起了什么作用呢？

表3　海带配子体经高温处理后的孢子体叶片长度比较

亲本		后代			
来源	体长（厘米）	处理	分苗时大小	个体数	成体平均长（厘米）
自交系(1)	395	对照	28	27	294.0
		高温	31	15	293.4
		高温	36	13	286.4
自交系(2)*	322	对照	28	25	272.2
		高温	25	13	261.5
		高温	34	14	280.9
自交系(3)	233	对照	28	28	268.7
		高温	21	11	260.8
		高温	25	12	263.5
自交系(4)	364	对照	18	16	269.5
		高温	21	8	267.9
		高温	31	12	271.2
杂交		对照		9	288
		高温		9	335

* 这个自交系是“海青一号”的亲属，配子体在1958年经高温处理，1960年又经高温处理，现在是经第三次高温处理。

我们认为高温在这里是一种选择因素，不是引起一些个体遗传性定向变异的因素，也不是引起诱发突变的因素。原来海带的自然种群是混杂的种群，具有杂种性，不同的个体具有不同的遗传性，有的较能耐受高温，有的对高温的耐受力较差。用高温处理遗传性混杂的海带配子体，把那些不能耐受高温的个体杀死，就留下较能适应高温的个体。实验室的观察表明，经过1个多月的高温处理，绝大部分的配子体都死亡了，存留下来的是少数个

体。这些经过考验的个体大抵具有不同的遗传性，它们以后在生长上表现有所不同是可以理解的。还有，这些存留下来的个体中，只有一棵产生良好的后代，成为“海青一号”的祖先。

相反，自交系的遗传性比较纯一。高温处理没有产生上述的效果也是可以理解的。这跟细胞遗传学上所熟知的纯系说观点是一致的。

因此，我们对“海青一号”品种的形成机制曾作过这样的解释：利用海带自然种群丰富的遗传基础，经过严格的有方向的选择和连续的自交，分离出和加强了若干优良性状，从而出现了所讨论的品种。这就是说，海带自然种群具有高度的杂种性，不同的个体有不同的遗传性，利用自然种群所蕴藏的丰富的遗传性，就可以培育出新品种。这里没有定向变异，大概也没有诱发突变，而是达尔文选择原理的作用，是细胞学原理和达尔文选择原理的结合，即人对已有的不定变异的选择。这些不定变异是历史上发生而蕴藏在自然种群里的遗传性或等位基因。

我们所采用的选择步骤主要有三个：①高温选择配子体；②细心地选择健壮的幼苗；③细心地选择符合要求的种海带，让它们产生后代。这是严格的个体选择，是整个选择工作的关键所在。

当然，我们并不怀疑高温处理可能引起变异，包括定向变异和诱发突变。但如果引起定向变异，那一般是当代生理的变异，不会直接遗传，在育种上没有什么意义。如果引起诱发突变，那大部分是隐性的，个别的，不会一下子影响到许多独立的性状，不会立刻都在育种中发生作用。

结 束 语

以上是根据几年来的海带遗传育种经验谈一些有关育种的原理问题，供有关同志参考，也请大家指正。

海带遗传和育种的工作在海洋生物学中是一个新方向。这个新方向是在党的领导下，通过集体的不断努力而逐渐出现的。

这个新方向的工作牵涉到两个生物学科的合作，即海藻学和遗传学的结合。在具体工作中，由于地理条件的关系，又牵涉到两个单位的合作，即中国科学院海洋研究所和山东海洋学院的相互支援和共同协作，我衷心地感谢两个单位的党委对我们工作的领导和支持。

参 考 文 献

[1] 曾呈奎、吴超元等，1962。海带养殖学。科学出版社。

[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带海青一号的培育及其初步的遗传分析。植物学报第10卷，第3期。

[3] 方宗熙、蒋本禹，海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报，1962年第一期。

[4] 方宗熙、吴超元、蒋本禹，1961。X射线对海带幼体的影响。科学通报，8月号。

[5] 达尔文，1859。物种起源周建仁等译，三联书店，1954年，第115—120页。

[6] Srb A. M., et al. 1952. General Genetics pp. 327—349.

[7] 伊万诺夫，1953。米丘林遗传选种与良种繁育学，第291—312页。

低剂量X射线对海带配子体的刺激效应

前　　言

电离射线的生物学效应是引起广泛兴趣的一个生物学问题。用X射线或其他电离射线照射生物，不仅会引起生理变异，而且可能影响到遗传物质，引起突变[8]。放射突变可以作为育种材料已是周知的事实[5]。现在电离射线已被广泛用作育种的有效工具之一。电离射线在农业实践中的其他用途，例如是否可以利用低剂量电离射线来促进生物，特别是作物的生长发育，则还是争论的问题[3]。有人认为用低剂量电离射线照射某些作物的种子有促进生长的效应[7]。有人则持相反的意见[6]，认为电离射线伤害细胞，使细胞胀大，不能真正促进生长。

1959年我们曾用各种剂量（低剂量和高剂量）的X射线照射海带配子体，发现低剂量X射线有促进其生长发育的效应，高剂量则严重地抑制生长发育[1]。对海带幼孢子体，低剂量X射线则没有相似明显的生物学效应[2]。

为了验证我们的观察结果，1961年我们又进行了两个实验。第一个实验在实验室里进行，原则上是重复1959年的实验。但这次我们仅重复低剂量X射线的实验，目的在验证低剂量X射线的良好生物学效应。高剂量X射线的有害作用是大家承认的事实，我们认为不必重复进行。

第二个实验是生产性实验，在海上进行。这是选用第一个实

验中的一小部分材料，养殖在海里，看它们的生长发育情况。目的在探明低剂量X射线是否能提高海带的产量，是否在生产实践上有应用的前途。

材料和方法

实验所用的材料一共有四个系统的海带孢子：

A_{301}，这是连续3年单棵海带采的孢子。

A_{303}，这也是连续3年单棵海带采的孢子，但亲本不同，估计它们将具有跟A_{301}稍为不同的遗传性。

$A_{301}\times A_{303}$，这是A_{301}和A_{303}两棵海带混合在一起采的孢子。

$B_2\times B_3$，这是由养殖场取来未经过我们人工选择的两棵海带所采的孢子，代表一般养殖的材料。

采孢子的时间是1961年11月23日。孢子一部分采在玻片上，便于实验室的检查观察；一部分采在棕绳上，便于以后移到海上养殖。

孢子采集后，在实验室里培育1个星期，等到孢子都萌发成配子体，我们就选出发育一致的材料，进行X射线处理。

照射玻片上配子体所用的X射线剂量是500伦琴、100伦琴和50伦琴。照射棕绳上配子体所用的X射线剂量仅选用一种，即100伦琴。这是因为考虑到海上还有其他繁重的实验任务，不能不缩小实验的范围。

照射是在青岛医学院附属医院放射科进行的。X光机的照射条件是100千伏，10毫安，距离10厘米，没有滤板。承医院有关同志的热情协助，谨此表示感谢。

配子体照射后在实验室里培育。培育条件是：培育用的海水经过消毒，并加入适宜的氮和磷的营养液。光强是1000±50勒克斯，光照每天10小时，海水温度12±2℃。每星期换水一次。

海上实验按照一般海带养殖方法进行，即按时将棕绳上的幼孢子体从实验室移到海里养殖，按时消除小海带上的杂藻，按时分苗。分苗时间是1962年3月9日。海上实验在青岛团岛湾进行。

实验室和海上实验都按照要求定期观察记录。主要的结果如下。

结　　果

1. 实验室的结果

海带配子体经过X射线处理5天后，就逐渐排卵受精、发育成幼孢子体。采孢子后大约20天，即12月11日，我们用显微镜随机测量各组孢子体的大小，每组各测量100个个体。这个时期各照射组跟各对照组孢子体的长度和宽度都不相上下，并没有看到各照射组的孢子体在生长速度上比对照组快（表1）。

再经过10天，生长的情况就有显著的不同。各照射组的孢子体在长度和宽度方面都普遍地超出了各对照组（表1）。

再经过10天，再检查一次，各照射组仍然对各对照组保持生长优势（表1）。

为了较全面地比较孢子体大小，我们把各组各孢子体的长度和宽度相乘，由此来大略估计孢子体的大小。各组孢子体的平均面积和标准差归结如表2。

从表2可以看到各照射组孢子体面积都超过了各对照组。

2. 海上实验的结果

海上养殖的幼孢子体在开始分苗时，各批的苗即幼孢子体在大小上都基本相近。在海上培育50天以后，我们对各组的生长速度进行了一次测量，看到各照射组孢子体的日生长速度都超过对照组（表3）。

我们又测量了各组孢子体的最大宽度，由此跟长度一起我们就大略估计出各孢子体的面积。除了 A_{301} 这一系统以外，其余三个系统都是照射组的孢子体平均面积大于对照组（表 4）的孢子体。

表 1　低剂量X射线照射几个种群海带配子体引起幼孢子体生长速度的差异

（测量的个体每组100个）

时间		1961.12.11		1962.1.2		1962.1.11	
来源	孢子体大小（微米） 剂量（伦琴）	平均长	平均宽	平均长	平均宽	平均长	平均宽
A_{301}	500	45.9	23.5	358.2	154.5	406.5	161.5
	100	49.7	21.4	352.9	168.1	419.9	180.3
	50	55.2	23.2	366.3	154.5	444.8	163.7
	对照	48.2	21.6	268.3	73.3	361.7	122.0
A_{303}	500	57.1	24.5	319.1	155.2	418.7	184.8
	100	59.5	26.1	318.4	140.5	476.6	202.1
	50	51.9	25.2	457.2	198.2	548.1	245.0
	对照	57.3	22.8	269.4	110.4	407.1	174.9
$A_{301}\times A_{303}$	500	45.7	21.9	227.7	88.6	374.6	137.7
	100	44.6	21.3	203.5	78.5	410.6	142.1
	50	46.0	21.0	255.5	89.1	418.8	144.8
	对照	39.5	19.3	195.6	72.2	325.6	120.3
$B_2\times B_3$	500	39.8	19.4	209.6	70.9	312.5	102.2
	100	50.2	24.0	229.5	70.3	332.5	167.0
	50	52.3	25.8	250.4	80.6	367.0	112.2
	对照	47.3	24.1	191.3	60.4	265.1	84.6

低剂量X射线照射几个种群海带配子体引起幼孢子体生长速度的差异

(表内示藻体平均面积和标准差)

来源	时间 / 孢子体面积(微米^2) / 剂量(伦琴)	1961.12.11	1962.1.2	1962.1.11
A_{301}	500	1095.3±408.5	61162.5±50823.3	69569.2±50883.9
	100	1095.3±422.0	64252.6±51050.2	82995.0±64166.9
	50	1283.9±412.9	61631.3±48106.3	73855.7±42833.4
	对照	996.6±422.0	22150.2±18863.4	48025.6±38916.3
A_{303}	500	1418.5±480.3	50979.6±30089.7	78125.4±44738.9
	100	1566.7±619.5	46825.9±33956.2	99252.3±60683.6
	50	1337.7±525.2	86327.1±46926.7	135970.9±59004.9
	对照	1324.3±511.8	33104.3±31097.9	73084.4±38851.0
$A_{301}\times A_{303}$	500	1014.5±296.3	22130.4±17454.9	52532.3±20436.2
	100	974.1±417.5	16700.8±8962.9	58994.8±31687.7
	50	969.6±332.2	24126.2±16887.4	61268.3±28577.4
	对照	772.1±271.6	14533.2±8589.9	40544.8±25633.5
$B_2\times B_3$	500	790.1±327.7	16065.7±11498.5	34364.5±24574.9
	100	1225.5±417.5	16756.3±10004.3	36093.6±14538.2
	50	685.5±386.1	21651.1±13303.2	43256.8±23969.9
	对照	1153.7±363.6	8937.7±6543.2	22009.1±15717.8

表 3　各照射组孢子体的生长速度

来　源	剂量（伦琴）	个体数	开始时的平均长度（厘米）	个体数	50天后的平均长度（厘米）	平均日增长（厘米）
A_{301}	100	29	17.3	10	132.7	2.5
	对照	29	18.4	20	131.1	2.3
A_{303}	100	27	12.6	25	145.2	2.7
	对照	30	16.6	16	135.8	2.4
$A_{301}\times A_{303}$	100	29	17.8	19	150.0	2.7
	对照	29	18.8	26	127.5	2.2
$B_2\times B_3$	100	30	18.7	16	154.2	2.7
	对照	30	17.9	22	143.0	2.5

表 4　各照射组孢子体的大小

来　源	剂　量（伦琴）	个 体 数	平均面积和标准差（厘米²）
A_{301}	100	10	1793.0±328.9
	对照	20	1882.3±231.2
A_{303}	100	25	1991.4±429.6
	对照	16	1745.4±214.2
$A_{301}\times A_{303}$	100	19	2055.5±469.0
	对照	26	1628.8±388.6
$B_2\times B_3$	100	16	2200.1±235.2
	对照	22	2023.9±299.3
合　计	100	70	2028.1±404.2
	对照	84	1814.8±297.8

讨　论

实验室各系统各照射组孢子体和各对照组孢子体大小的差

异，经过统计分析，都是高度显著的。这些差异怎样解释呢？比方说，怎样解释表2各组的差异呢？我们提出以下的意见。

竖看这个表（表2），第一，我们看到各系统之间有明显的差异。例如，A_{303}的对照组的孢子体显著地大于其他各系统的对照组孢子体，各系统之间的照射组孢子体大小也彼此有所差异。可以看到哪一系统的对照组孢子体比较大的，照射组孢子体也比较大。这些差异(即各系统之间的差异)可以主要归因于遗传的差异。

第二，我们看到各系统内部也有明显的差异，特别是各照射组跟对照组有明显的差异。这些差异就不能主要归因于遗传的差异，因为它们有共同的来源；也不能主要归因于一般实验条件的差异，因为它们的实验室条件是基本上一致的。那么是什么原因引起这种差异呢？我们认为主要是低剂量X射线照射配子体曾产生了一些良好的生物学效应，从而促进了生长。

第三，可以看到各系统的50伦琴组和100伦琴组孢子体平均面积都是比较大的，特别是50伦琴组比较更大一些。看来50伦琴和100伦琴的剂量对促进生长是更加适宜的。1959年的实验则表明500伦琴的剂量促进生长的效应更大。

横看这个表，我们清楚地看到各照射组的孢子体生长速度都比对照组快得多。例如，A_{303}这个系统的50伦琴组和对照组孢子体，在起初大小相仿佛，以后就出现了明显的差异。看来生长速度主要是在X射线处理后第三星期开始才有明显的差异的。

总的看来，海上实验的结果跟实验室结果是基本上一致的。A_{301}这个系统的对照组比100伦琴组生长得大一些，但这差异在统计学上是不显著的($t=0.84$)，这可以归于一般的误差。其余三个系统的100伦琴组都在统计学上显著地优于对照组。例如，就$B_2 \times B_3$这一系统讲，照射组和对照组之差比较小。由于个体比较少，我们用$t=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$公式检验[4]，仍得到$t=2.1$的显著差异。

如果把各系统的100伦琴组的总和跟各对照组的总和拿来比较，应用 $d=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$ 测验，$d=4.0$，这表明差异是高度显著的。这样的差异可以主要归因于低剂量X射线的效应。

因此，我们的初步结论是低剂量X射线对海带配子体有良好的生物学效应，可以促进生长，提高产量。

我们也注意到，我们海上实验的规模太小，需要扩大规模，重复实验，进一步论证这里所提出的论点。

至于低剂量X射线照射海带配子体促进生长的机制我们已在前次实验中阐明[1]，认为低剂量X射线有促进雌配子体成熟和促进幼孢子体细胞分裂的作用。我们在另一个应用低剂量 Co^{60} γ射线照射海带配子体的实验中也支持这一论点。这方面材料另行发表。

提　要

本文报导了两个有关海带放射生物学的实验。实验室的实验用比以前我们同类性质的实验更丰富的材料（包括四个系统的海带），论证了低剂量X射线对海带配子体的良好的生物学效应。海上的养殖实验基本上支持了实验室的观察，表明低剂量X射线不仅促进了生长发育，也提高了产量。

根据本实验的观察，500伦琴、100伦琴和50伦琴的X射线剂量对海带配子体都有良好的生物学效应，其中以50伦琴的剂量为最好，100伦琴的剂量次之，500伦琴的剂量又次之。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、吴超元、蒋本禹，1961。X射线对海带幼体的影响。科学通报1961年 (8): 40—43.

[2] 方宗熙、蒋本禹，1962. X射线对海带幼孢子体的影响，山东海洋学院学报1962年(1): 14—19.

[3] И. М. 华西里耶夫，1957。电离辐射对植物的影响。放射生物学。华光等译，科学出版社，1959年版，120—139.

[4] Bailey, N. T. T., 1959. Statistical methods in biology. The English Universites Press LTD. London. pp. 31—42.

[5] Ehrenberg, L., I. Granhall and A. Gustafsson, 1956. The production of beneficial new hereditary traits by means of ionizing radiation. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. **12**: 31—33.

[6] Errera, M., 1959. Effects of radiations on cells. in The Cell. ed. by J. Brachet and A. E. Mirsky. Academic Press. N. Y. pp. 711.

[7] Kuzin, A. M., 1956. The utilization of ionizing radiation in agriculture. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. **12**: 149—156.

[8] Muller, H. J., 1956. How radiation changes the genetic constitution. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. **11**: 387—399.

合作者：李家俊　蒋本禹

$Co^{60}\gamma$射线对海带幼孢子体的影响

前　言

近几年来，有关X射线对海带配子体和幼孢子体的影响以及$Co^{60}\gamma$射线对海带配子体的影响都有过报导[1-5]。本实验在于观察$Co^{60}\gamma$射线对海带幼孢子体的影响和目前条件下可能看到的作用机制。正如Gray (1959) 所指出，尽管X射线对活细胞的作用问题已有60多年的研究，但对有关的机制还是所知极少。本实验所能探讨的只是一些可见的、也就是属于细胞水平的机制。

材料和方法

实验所用的材料取自山东省海水养殖场，用成熟的普通海带杂交所育成的幼孢子体，都生长在玻片上。实验开始前，选取若干玻片，对幼孢子体的长度和宽度进行测量，并由长×宽估计幼孢子体的大小。由此知道实验开始时各组幼孢子体的大小。

照射源是$Co^{60}\gamma$射线。剂量率每分钟125伦琴。连续照射。

照射剂量分100伦琴、1 000 伦琴、3 000 伦琴和10 000伦琴。实验所用的材料连同对照组一起，一共包括 5 组。

照射时温度是7—8℃。照射后材料培育在正常条件下，光照时间每天10小时，光强约1 000±50勒克斯，实验室温度11±2℃，培育用的海水经消毒后并加入适量的营养盐(NO_3^--N，2.8ppm；PO_4^{3-}-P；0.28ppm)，每5—6天换水一次。

敏感性的观察在于比较各组幼孢子体的死亡率、各组幼孢子

体的生长情况和幼孢子体细胞的大小。

实验时间是1962年12月到1963年2月。

结果和讨论

实验的主要结果归结为以下几个方面，并进行必要的讨论。

1. 幼孢子体死亡率的比较

各照射组照射后当天没有发生死亡。死亡发生在照射后第二天，且仅见于10 000 伦琴组。这种情况跟过去对其他生物的观察一致（Lea,1955；Meisel,1959）。死亡情况是幼孢子体一部分细胞的色素体成颗粒状，或变绿。这样的个体一般都逐渐解体。照射后第二十五天随机检查，看到各组死亡率随照射剂量的加大而提高。情形如表1。

这个结果跟用 $Co^{60}\gamma$ 射线照射海带配子体所发生的效应有相似，又有相异。相似处是照射后死亡率都随照射剂量的加大而提高。相异处是幼孢子体比雌配子体的放射敏感性低些。例如，在幼孢子体方面，10 000 伦琴组在第二十五天的死亡率是28.6%；在雌配子体方面，10 000 伦琴组在第十二天就发生50%以上的死亡。这种差异大概跟幼孢子体是二倍体而雌配子体是单倍体有关。这跟其他生物，例如酵母菌的放射敏感性相似，即放射敏感性随倍体性的提高而降低（Bacq,1955）。

这个结果跟用X射线照射海带幼孢子体的结果有相似，又有相异。相似处是死亡率都随照射剂量的加大而提高。相异处是 $Co^{60}\gamma$ 射线 1 000 伦琴组在第二十五天的死亡率是5.8%，而以前用X射线照射的 1 000 伦琴组在第二十四天的死亡率是10.4%；$Co^{60}\gamma$ 射线 10 000伦琴组在第二十五天的死亡率是28.6%，而以前用X射线照射的10 000伦琴组在第二十四天死亡率是97.4%。产生这种差异大概有几个方面的原因：一是γ射线和X射线的生物

学效应可能有些差异；二是我们实验中 $Co^{60}\gamma$ 射线的剂量测定可能不很准确；三是照射的海带幼孢子体不是同一批，彼此可能有些差异。究竟哪一方面的原因是主要的，目前还难确定。

表1　照射后第25天各组幼孢子体的死亡情况

剂量（伦琴）	总数	死亡率(%)
10 000	301	28.6
3 000	206	8.8
1 000	190	5.8
100	201	0.5
对照	153	4.6

2. 对幼孢子体生长的影响

照射前，对照组幼孢子体的大小平均比各照射组稍为大一些。照射后第十二天和第二十五天各检查一次，看到各照射组的幼孢子体大小平均都显著地大于对照组。情况如表2。

幼孢子体的大小是这样测量的，先测量每一个幼孢子体的最长度和最宽度，然后由长×宽估计它的面积。幼孢子体长度和宽度的测量结果如表2，面积的估计如表3。

以上结果跟以前用X射线照射海带幼孢子体的实验结果也有相似和相异。相似处是低剂量有促进生长的效应，相异处是高剂量 $Co^{60}\gamma$ 射线至少表面上也有促进生长的效应。例如，$Co^{60}\gamma$ 射线10 000伦琴组幼孢子体在照射后第二十五天，比对照组幼孢子体大约大了3倍（表3），而以前用X射线照射的4 000伦琴组幼孢子体的生长都受到严重的遏制。为什么结果如此不同？这跟上述死亡率不同的情况一样，目前还不能有明确的解释。

为了进一步探悉高剂量的 $Co^{60}\gamma$ 射线促进生长的问题，我们

测量了几个组幼孢子体细胞的大小。

表2　不同剂量Co^{60}γ射线照射幼孢子体对生长的影响

（各组观察总数$n=100$）

剂量（伦琴）＼藻体大小＼时间	处理前		处理后第十二天		处理后第二十五天	
	长度（微米）	宽度（微米）	长度（微米）	宽度（微米）	长度（微米）	宽度（微米）
10 000	33.6	13.5	163.6	54.5	490.5	144.0
3 000	35.7	15.6	137.8	46.3	408.0	114.0
1 000	34.0	15.2	115.6	43.9	447.0	121.5
100	37.7	14.4	109.5	42.2	390.0	126.0
对　照	44.3	16.4	63.6	24.6	300.0	73.5

表3　不同剂量Co^{60}γ射线照射海带幼孢子体对生长的影响

（各组观察总数$n=100$）

剂量（伦琴）＼藻体大小＼时间	处理前	处理后第十二天	处理后第二十五天
	平均面积和标准差（微米²）	平均面积和标准差（微米²）	平均面积和标准差（微米²）
10 000	460.3±115.9	9144.2±4557.8	71707.5±31117.5
3 000	544.3±127.7	6340.3±2234.4	48645.0±25110.0
1 000	500.6±117.6	5214.7±3212.2	56092.5±32152.5
100	529.2±104.2	4794.7±2336.9	51457.5±26347.5
对　照	717.4±181.4	1569.1±457.0	23152.5±11565.0

3．促进幼孢子体生长的机制

以前发现低剂量X射线照射海带配子体促进生长时，曾初步

探明促进生长的机制在于促进细胞分裂[1]。这次我们也应用相似的方法来探悉促进生长的机制问题。

我们选用各组大小相近的幼孢子体测量它的基部细胞和顶部细胞的大小。我们测量每个细胞的长直径和短直径，然后由它们相乘来估计细胞的大小。结果如表 4 。

表 4　不同剂量Co^{60}γ射线照射海带幼孢子体后藻体细胞的大小

（各组观察总数$n=50$）

剂量（伦琴）	基部细胞大小			顶部细胞大小		
	平均长（微米）	平均宽（微米）	平均面积和标准差（微米^2）	平均长（微米）	平均宽（微米）	平均面积和标准差（微米^2）
10 000	9.1	8.4	77.5±18.5	9.5	10.2	87.3±30.8
1 000	6.7	7.0	45.5±11.1	8.1	7.4	62.7±20.9
对照	6.7	7.0	46.7±7.4	8.1	8.4	66.4±14.8

从表 4 可以看到，各组幼孢子体基部细胞平均都小于顶部的细胞。这种大小差异跟照射无关，而是由于细胞不同发育时期的差异。

但是，10 000 伦琴组幼孢子体不论是基部细胞或是顶部细胞都显著地大于对照组相似位置的细胞，这表明高剂量照射使幼孢子体增大，其原因不是促进细胞分裂，而是使细胞胀大。这结果跟 Lea (1955) 和 Errera (1959) 的报导一致。这种生长现象是不能持续的。根据我们的观察，高剂量的这种效应是暂时的，绝大部分幼孢子体以后逐渐死亡。

1 000 伦琴组的情况就不是这样。在这里基部和顶部细胞大小都跟对照组相似位置的细胞大小一致。这表明低剂量照射使幼孢子体增大，在于促进细胞分裂。这结果跟 Kuzin (1956) 的报导一致。

4. 高剂量照射使细胞增大的部分

高剂量的$Co^{60}\gamma$射线使细胞增大的基础在哪里呢？是细胞核增大还是细胞质增大？为了解答这个问题，我们把幼孢子体用酒精醋酸固定去色，然后用醋酸洋红染色，测量几个组细胞核的大小。结果如表5。

表5 不同剂量$Co^{60}\gamma$射线照射海带幼孢子体后细胞核的大小变化

（各组观察总数$n=25$）

剂量（伦琴）	细胞核的大小		
	平均长(微米)	平均宽(微米)	平均面积和标准差(微米²)
10 000	5.0	5.0	29.6±3.9
1 000	6.0	5.0	30.2±1.7
对照	6.0	5.0	30.2±2.6

从表5可以看到，10 000伦琴组、1 000伦琴组和对照组细胞核大小一致。由此有理由认为实验中所看到的细胞胀大在于细胞质部分胀大。根据我们的观察，细胞胀大多半跟液泡胀大有关。根据许多学者（Lea，Gray，Errera等）的报告，染色体的放射敏感性比较高。本实验所观察到的分裂相细胞很少，未能从事这方面的探悉。

提　要

从本实验的观察可以得出以下的初步结论：

（1）10 000伦琴$Co^{60}\gamma$射线不能引起海带幼孢子体立即死亡。这一组的死亡发生在照射后的第二天。$Co^{60}\gamma$射线跟X射线相

比，致死效应似乎较轻。

（2）海带幼孢子体比雌配子体对$Co^{60}\gamma$射线有较强的抗性。这大概跟幼孢子体是二倍体而雌配子体是单倍体有关。

（3）低剂量如100伦琴和高剂量如10 000伦琴$Co^{60}\gamma$射线对海带幼孢子体的影响，外表看来有相似处，都有刺激生长的效应，但机制不同。

（4）低剂量$Co^{60}\gamma$射线促进生长，在于促进细胞分裂，这看来是有利的效应。

（5）高剂量$Co^{60}\gamma$射线促进个体增大，在于引起细胞胀大，而且主要是细胞质部分胀大，这看来是有害的效应。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、吴超元、蒋本禹，1961。X射线对海带幼体的影响。科学通报 1961年 (8): 40—43.

[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹，1962。海带雌配子体对X射线的敏感性和30天半数致死剂量的测定。山东海洋学院学报1962年(1): 6—13.

[3] 方宗熙、蒋本禹，1962。X射线对海带幼孢子体的影响。山东海洋学院学报1962年(1): 14—19.

[4] 方宗熙、李家俊、蒋本禹，1963。低剂量X射线对海带配子体的刺激效应。海洋科学集刊。3: 70—76.

[5] 方宗熙、李家俊、江汉泽，1963。海带配子体对$Co^{60}\gamma$射线的放射敏感性及其遗传差异。海洋科学集刊3: 62—69.

[6] Bacq, Z. M. and P. Alexander, 1955. Fundamentals of Radiobiology. p. 226. Butterworths, London.

[7] Errera, M., 1959. Effects of radiations on cells, The Cell, ed. by T. Brachet and A. E. Mirsky. pp. 695—740. Academic Press, London.

[8] Gray, L. H., 1959. Radiobiological mechanism at the cellular level. Radiation Biology. ed. by T. H. Martin. pp. 282—300. Butterworths, London.

[9] Kuzin, A. M., 1956. The utilization of ionizing radiation in agriculture. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. 12: 149—156.

[10] Lea, D. E., 1956. Actions of Radiations on Living Cells. pp. 282—344. Cambridge Univ. Press.

[11] Meisel, M., R. Galtsova, G. Medvedeva, N. Pomoshchnikovo, L. Seliverstova and M. Shainova, 1959. The action of ionizing

radiations and radiomimetic substances on the microbe cell. *Biological Sciences.* vol. 2, pp. 379—393, Pergamon Press, New York.

本文合作者：李家俊　陈登勤

海带叶片长度遗传的进一步研究

前　言

目前,海带(*Laminaria japonica* Aresch)养殖的主要问题在于产量和质量的提高。影响海带产量和质量的因素很多,有环境的因素,又有遗传的因素。如何区别环境和遗传的影响,如何控制环境和遗传,以提高海带的产量和质量,是海带养殖研究的主要课题之一。

叶片是光合作用的主要器官。农作物产量的高低在很大程度上受叶片总面积的制约(Watson,1956)[18]。我们在海带育种工作中也看到海带产量一般跟叶片面积密切相联系。例如命名为"海青一号"的海带品种,由于叶片较长较宽,面积较大,产量较高(1963a)。

海带叶片面积既然取决于叶片长度和叶片宽度,不言而喻,研究什么因素控制海带叶长和叶宽的生长,具有明显的实践意义。

海带属(*Laminaria*)植物以体呈长带状为主要特征。所以,研究海带属植物的生长,应首先注意到叶长的生长。

对海带属植物叶长的生长已有过一些研究。Parke(1948)曾根据野外观察,讨论了温度和光线对糖海带[*L.saccharina* (L)Lamor]叶长生长的影响。曾呈奎等(1955,1962)曾进行若干实验,系统地分析了肥料和生长密度对海带叶长生长的影响。我们曾结合海带育种的研究,初步讨论了遗传对海带叶长的制约(1963b)。本文根据一些新材料,进一步分析海带叶长的遗传,并估计海带叶长的遗传力(heritability),为海带育种提供参考材料。

材料和方法

研究所用的材料包括一些由连续自交和定向选择所形成的海带品系。这些品系的特性如下：

"海青一号"，叶片较长较宽，厚度中等，柄部较长，成熟较晚。

"海青二号"，叶片很长，宽度较小，厚度中等，柄部较短，成熟较"海青一号"早些。

"海青三号"，叶片较短，宽度中等，厚度较大，柄部较长，成熟较晚。

对照组海带是未经系统选择过的海带，一般由若干棵海带在一起混合采孢子。根据分析（1962），它们具有杂种性，不同个体有不同的遗传性。

上述的品系和对照组海带都用同一方法培养在同一海区里，各组种海带都用同一方法采孢子，都 培 养 在 相同的实验室条件下。

叶片生长的观察以各组的各个体为单位，根据各组各个体的表现，作统计分析。为了保证材料的精确，各组都采取小型实验，以便控制实验条件和进行观察测量。

叶长遗传的材料

支持叶长遗传的材料很多，这里仅举出两方面的材料：①亲本叶长和后代叶长的相关；②几个海带叶长累代保持各自平均叶长的特点。

图 1 表示叶长在亲代 和 后 代 之 间 的 相 关。相关系数是：$r=0.69$，自由度 $(d.f)=10$，$p\simeq0.01$。这支持叶长受遗传制约的论点。

表 1　几个海带品系平均叶长累代的遗传

	组　别	棵　数	平均长度和标准差（厘米）	t
1962年	"海青一号"	28	320.9±25.32	} 3.1
	"海青二号"	21	342.1±22.89	} 9.6
	"海青三号"	16	269.5±22.87	
1963年	"海青一号"	45	361.4±21.28	} 12.2
	"海青二号"	25	448.3±32.05	} 19.2
	"海青三号"	24	308.2±17.81	
1964年	"海青一号"	59	346.2±25.83	} 18.4
	"海青二号"	167	415.9±22.35	} 56.2
	"海青三号"	101	281.5±16.61	

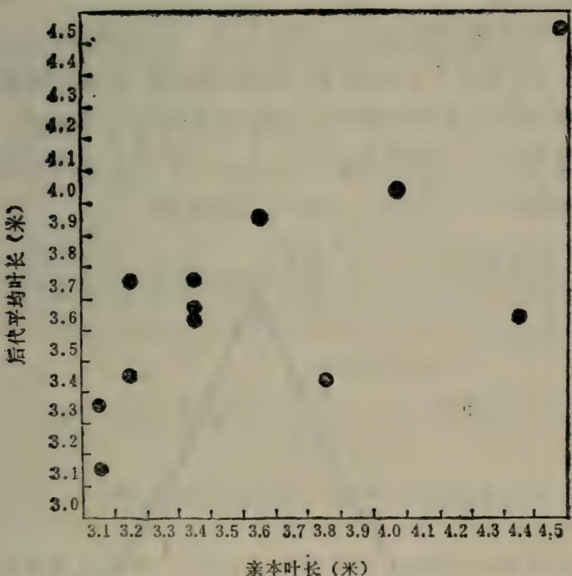


图 1　海带叶长亲代和后代的相关

表 1 是三个品系海带叶长的遗传材料。

这些品系的海带叶长的差异是高度显著的。由于它们是由连续自交和定向选择而来的，都养殖在相似的条件下，因此，对这

些差异的合理解释是控制它们叶长的遗传基础有所差异。这就是说，各品系的平均叶长是遗传的。

控制叶长的遗传因子：多基因假说

数量性状大都受许多基因的制约。Mather(1943) 把影响数量性状的许多基因叫做多基因(polygenes)。多基因系统里的单个基因，效应都很微弱，一般没有显性和隐性的区别，作用是累加的(Smith，1944)。但是，某些数量性状中也可能同时有显性基因的作用，例如玉米的产量遗传中就有显性基因的作用 (Robinson，1955)。

海带叶长是数量性状，呈连续变异。对照组海带叶长变异频率作常态分布(图 2)。由此看来，海带叶长受多基因的控制。可能是属于典型的数量性状遗传，即所牵涉到的许多基因，效应是微弱的、累加的。这种情况跟 Emerson 等所发现的玉米穗长的多基因遗传相似 (Srb 等，1952)。(见图 2)

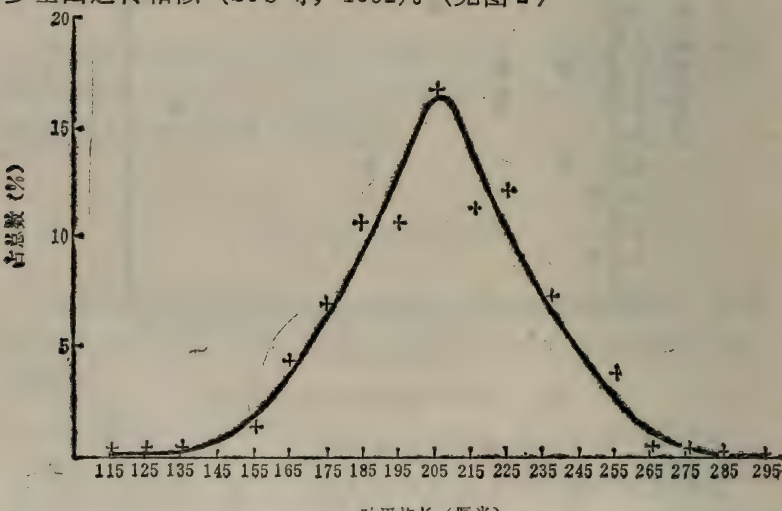


图 2　海带叶长变异频率分布曲线（对照组）

支持上述论点的还有这样的材料：①不同品系的叶长变异都表现常态分布，曲线只有一个高峰（图3）；②从对照组海带中选取叶片较长的个体采孢子，自交，所产生的孢子体有叶片较短的；选取叶片较短的个体采孢子，自交，所产生的孢子体有叶片较长的；但叶片较长个体的后代平均叶长一般超过叶片较短个体的后代平均叶长。情形和人体高度的遗传相似（Neel，1954）（见图3）。

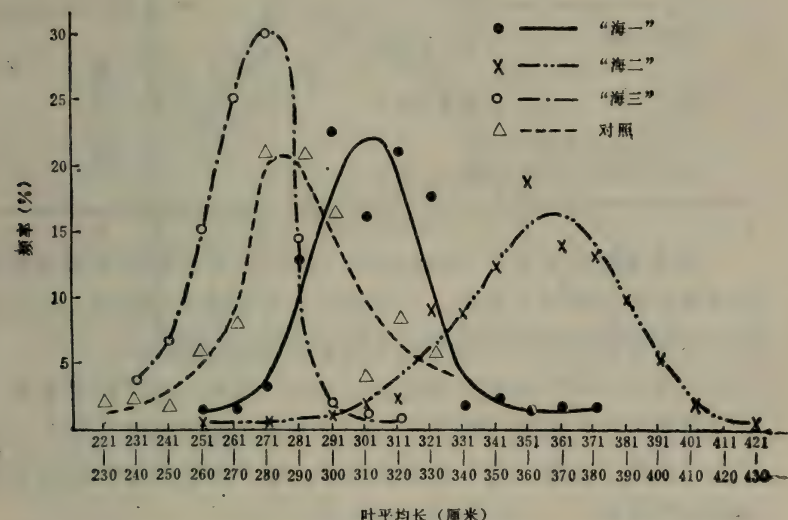


图3　三个品系和对照组海带叶长变异频率分布曲线

叶长遗传因子对生长的影响

各品系海带叶长既然有明显差异，这意味着各品系海带叶长生长的速度不一样。于是有两个问题值得阐明：①各品系叶长生长速度从什么时期开始有所差异？②叶长生长速度的差异以后如何保持和发展？

为了回答第一个问题，我们就几个不同系统的种海带，在同

一天采孢子，培养在同一实验条件下，等到各组长成大约 100 个细胞的幼孢子体后，然后就各组幼孢子体的长度进行随机测量，结果如表 2 。

表 2　几组海带幼孢子体长度的比较

($n=100$)

<table>
<tr><th>组　　别</th><th>平均长度和标准差
(微米)</th><th colspan="2">t</th></tr>
<tr><td>“海青一号”</td><td>99.4±19.24</td><td rowspan="2">10.13</td><td rowspan="3">1.14</td></tr>
<tr><td>“海青二号”</td><td>129.9±23.50</td></tr>
<tr><td>“海青三号”</td><td>96.1±24.85</td><td></td></tr>
</table>

从表 2 可以看到，“海青二号”这个以叶片特长为主要特点的品系，从幼孢子体开始，在长度生长方面就表现优势。这表示影响海带叶长生长的基因在这个时期已发生了作用。

“海青一号”的成熟孢子体叶长比“海青三号”叶长长些，比“海青二号”短些（表 1）。跟这一致的是“海青一号”幼孢子体叶长比“海青二号”显著的短些，比“海青三号”幼孢子体有较长的倾向。

怎样解释上述实验结果？怎样由此推测“海青一号”、“海青二号”和“海青三号”叶长方面的遗传差异？

我们认为可以用海带叶长受许多微效多基因的制约来解释。这就是说，控制海带叶长的微效多基因累积在“海青二号”的最多，所以“海青二号”的叶长最长，其次是“海青一号”再其次是“海青三号”。

为了回答第二个问题，即各品系海带叶长生长速度的差异以后如何保持，我们在分苗养殖时，各组挑选大小基本上一致的幼苗在一起养殖，以后按期用叶片打洞的方法（曾呈奎，1955）观

察各品系日生长速度的差异。结果如图 4 。从图 4 可以看到，各品系叶长虽然在分散养殖时一致，以后却逐渐分化，“海青二号”领先，其次是“海青一号”，“海青三号”最落后。这表明控制叶长生长的基因在整个叶长生长时期都发生作用（见图 4）。

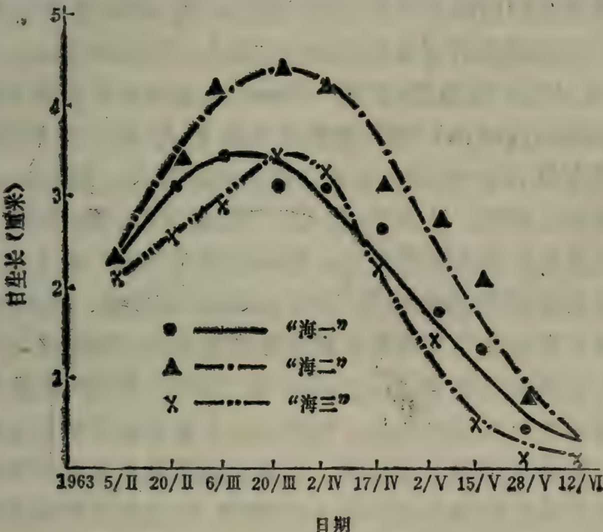


图 4　海带三个品系叶长日生长比较

叶长遗传力的估计

海带叶长有相当大的变异幅度。这就是说，海带叶长的变量（variance）很大。这变量究竟有多少可以归因于遗传，有多少可以归因于环境，这是叶长变量的分析问题，也是有关叶长遗传力的问题。

对海带叶长的变量进行分析，对海带叶长遗传力进行估计，这不仅具有理论上的意义，而且具有实践上的价值。这是因为植物或动物的育种工作要能取得进展，首先取决于育种原始材料是否有遗传的变异性（genetic variability），是否具有遗传的变量

(genetic variance)(Sprague,1955)。如果目前养殖的海带自然种群含有较大的遗传变量,那么海带的育种工作是大有可为的。

但是遗传变量和遗传力的精确估计在海带中存在着一定的困难。这主要是因为我们现在还不能很容易地控制海带的杂交过程。因为我们还没有杂种子$_1$代 (F_1),还不知道自交系和子$_1$代 (F_1) 的变量是否有显著的差异。有人 (Robertson, 1952) 发现子$_1$代 (F_1) 的杂型合子 (heterozygotes) 比亲本的纯型合子 (homozygotes) 对环境的反应比较稳定,这表现在它们的环境的变量(environmental variance)较小。Haldane(1954)为此曾提出解释,认为子$_1$代 (F_1) 较能适应,跟子$_1$代 (F_1) 杂型合子具有生化多样性有关。Shank等 (1960) 就玉米自交系和自交系杂交所产生的子$_1$代 (F_1) 进行实验观察,看到子$_1$代(F_1)杂型合子在某些形态性状上的变异系数(coefficient of variation) 比亲本自交系低。Jinks等 (1955) 就烟草品种进行实验,得到有所不同的结果,即不同自交系的变异颇有差异。最小和最大的变量都见于自交系。如果上述情况也见于海带叶长,即如果自交系之间和子$_1$代 (F_1) 之间的变量存在着显著的差异,就会影响到遗传力的精确估计。

虽然如此,利用我们目前拥有的材料,仍然可以对海带叶长的遗传力进行粗略的估计。我们现在来分析表3的材料。

表3　几组海带平均叶长变量和变异系数

组　　别	棵　　数	平均长度和标准差(厘米)	变异系数(%)
"海青一号"	62	238.8±14.12	5.9
"海青二号"	149	274.0±15.48	5.6
"海青三号"	103	218.2±12.32	5.6
对　　照	113	222.6±18.48	8.3

表3内各组海带都是养殖在同一海区的材料。它们的孢子都

是同一天采的，幼苗是同一天分散的，培养条件是尽可能保持一致的。自分苗后2个多月，各组叶梢的自然脱落很少。因此，这个时期各组的变量比较有代表性，比较适宜于用来分析遗传力。

“海青一号”、“海青二号”和“海青三号”都是结合定向选择经过5年连续自交的品系。它们是自交系，遗传基础各组趋向纯一。支持这个论点的是它们的变量比对照组小，变异系数比对照组小。

对照组海带是遗传混杂的种群，它们的变量最大，是$(18.48)^2=341.51$。从遗传学考虑，这个变量（V_0）可以分为两个部分（Hayes，1955），即由遗传原因引起的遗传变量（V_G）和由环境原因引起的环境变量（V_E）：$V_0=V_G+V_E$

各自交系由于遗传基础趋向纯一，它们的变量可以主要归因于环境的影响。特别是“海青三号”，几年来都保持最小的变量和最低的变异系数，比较适于用来估计遗传力。这样从“海青三号”和对照组海带的叶长变量，可以对叶长遗传力作如下估计：

“海青三号”叶长变量$=12.32^2=151.78=V_E$

对照组叶长变量$=341.51=V_0$

$$V_G=V_0-V_E=189.73。$$

$$叶长遗传力=\frac{V_G}{V_G+V_E}=\frac{189.73}{341.51}=55.6\%$$

这就是说，叶长的变异大约有50%是受遗传制约的。

由此可以推测，对照组海带，即目前养殖的海带自然种群是遗传混杂的种群，具有高度的杂种性，是育种的良好原始材料。通过系统的选育可以创造出优良品种，以提高海带的产量和质量。

结　语

（1）海带叶长是数量性状。海带自然种群和各自交系的叶长都呈连续变异，表现常态分布。

（2）海带叶长在亲本和后代之间的相关系数（r）大约是0.7，

$p \simeq 0.01$，这表明叶长受遗传的制约。

（3）海带叶长生长既容易受环境条件的影响，也受许多微效多基因的制约。这些遗传因子未见显性现象，单个基因的作用都是微效的、累加的，属于多基因系统。

（4）控制海带叶长的基因在不到100个细胞的幼孢子体时期就发生作用，这作用一直延续在整个生长时期。

（5）从自交系和自然种群叶长的变量分析，初步估计海带叶长的遗传力大约是0.55，即大抵有50%左右的变量受遗传的控制。

（6）海带自然种群具有相当高度的杂种性，由此可以选育出优良品种。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报1962年(1)：1—5.

[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1963a。The breeding of a new variety of Haidai (*Laminaria japonica* Aresch). *Scientia Sinica* **11** (7): 1011—1017.

[3] 方宗熙、蒋本禹，1963b。海带叶片长度的遗传。海洋与湖沼 **5** (2): 172—181.

[4] 曾呈奎、孙国玉、吴超元，1955。海带养殖的施肥研究。植物学报 4(4): 375—392.

[5] 曾呈奎、吴超元等，1962。海带养殖学。科学出版社，第336页。

[6] Haldane, J. B. S., 1954. The Biochemistry of Genetics. George Allen and Unwin, London. pp. 121.

[7] Hayes, H. K., F. R. Immer, and D. Simth, 1955. Methode of Plant Breeding. 中译本：庄巧生等译，植物育种学。农业出版社，1960年，第465—474页。

[8] Jinks, J. L. and K. Mather, 1955. Stability in development of heterozygotes and homozygotes, *Proc. Royal Soc. London* (*B*) **143** (913): 561—578.

[9] Mather, K., 1943. Polygenic inheritance and natural selection. *Biol. Rev.* 18: 32—64.

[10] Neel, J. V. and W. J. Schull., 1952. Human Heredity. Chicago, pp. 107—110.

[11] Parke, M., 1948. Studies on British Laminariaceae, 1. Growth in

Laminaria saccharina (L.). Lamonr., K. J., *Marine Biol. Assoc. UK.* **27** (3): 651—709.
[12] Robinson, H. E. and E. C. R. Reeve, 1952. Heterozygosity, environmental variation and heterosis. *Nature,* 107—286.
[13] Robinson, H. E. and R. E. Comstock, 1955. Analysis of genetic variability in corn with reference to probable effects of selection. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, **20:** 127—136.
[14] Shank, D. B. and M. W. Adams, 1960. Environmental variability within inbred lines and single crosses of maize. *J. Genetics.* **57** (1): 119—126.
[15] Smith, H. H. 1944. Recent studies on inheritance of quantitative characters in plants. *The Botanical Review,* **10:** 349—382.
[16] Sprague, G. F., 1955. Problems in the estimation and utilization of genetic variability. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, **20:** 78—92.
[17] Srb. A. M. and R. D. Owen., 1952. General Genetics. W. H. Freeman and Co. USA. pp. 314—322.
[18] Watson, D. F., 1956. Leaf growth in relation to crop yield, in "The Growth of Leaves", ed. by F. L. Milthorpe. Butterworths Sci. Publiaction, London.

本文合作者：蔣本禹　李家俊

温度和遗传对海带雌配子体细胞数目和成熟速度的影响

前　言

从一些研究知道，海带属（*Laminaria*）植物的生殖作用直接受温度的制约。殖田三郎（1929）[21]报导皱海带*L.religiosa*的配子体在12.4℃以上不能形成孢子体。Harries(1932)[11]报导糖海带*L.saccharina*的配子体在16℃以上不能形成孢子体。木下虎一郎（1947）报导海带 *L.japonica* Aresch 的配子体在12℃以上不能形成孢子体。上述学者对配子体的生长和发育未加区别。曾呈奎、吴超元和任国忠(1962)[6]联系温度条件曾较深入地观察了我国养殖的海带配子体。他们区分了配子体的生长和发育，认为海带配子体发育的最适温是10℃，而生长的最适温在15—20℃。他们的研究又指出，在18℃温度条件下，仍有一部分配子体可以发育成孢子体。于是出现了这样的问题：海带形成孢子体的最高温度究竟是多少呢？这最高温度可以改变吗？如果可以改变，这跟遗传有没有关系呢？这些都是值得探讨的问题。

神田（Kanda，1936)[12]在不控制温度的条件下，观察了海带配子体的生长情况。根据他的观察，海带属雌配子体起初，例如在培养 9 天内，是单细胞或两个细胞，以后大都长成多细胞丝状体。在营养充分的情况下，一般是多细胞丝状体。其他一些国外文献（Papenfuss，1951；Rold，1957)[16,8]都报导海带属雌配子体是多细胞的丝状体，多细胞雌配子体的每一个细胞都可能先后排卵受精。曾呈奎等[5]根据自己的实验室观察，指出海带雌

配子体一般是单细胞的。他们的研究(1959)[4]又指出，在连续光照的条件下，海带雌配子体会形成多细胞。这样看来，海带雌配子体可以是单细胞的，也可以是多细胞的。这究竟是什么原因呢？是不是完全取决于外界条件呢？什么外界条件呢？是不是也受遗传因子的制约呢？这也是值得进一步探讨的一些问题。

过去几年，我们对这些问题感到兴趣，并曾根据一些初步观察进行总结[3]，认为海带雌配子体对温度的反应很有变化，它们在排卵速度、细胞数目、死亡率等方面都表现不少差异，而这些差异既跟环境有关，也跟遗传有关。我们认为这跟 Schmalhausen (1949)[18]所讨论的反应规范（reaction norm）一致。

由于海带具有杂种性[1]，通过连续自交和选择，已经出现了若干海带自交系。因此，现在可以用一些自交系作实验材料，从遗传学的角度来进一步探讨上面提出的一些问题。

材料和方法

为了探讨上述的问题，我们曾进行了几个实验。实验所用的材料都是附着在玻片上的配子体。观察的对象是雌配子体，包括以下的系统：

（1）A_{501}，这是一个自交系，经过5年连续单棵采孢子，属于“海青一号”的系统；藻体较长较宽，柄部较长。

（2）A_{503}，另一个自交系，也经过5年连续单棵采孢子；藻体较短，柄部较短。

（3）A_{507}，另一个自交系，也经过5年连续单棵采孢子；藻体很薄，柄部较短。

（4）普通海带，作为对照，未经过自交和系统选择，都由若干棵海带混合采孢子。

采孢子是在同一天进行的，即1963年6月28日；都按照过去采孢子的习惯方法进行。

各系统的孢子都采集在玻片上，孢子密度适中。

培育条件基本上都按照过去所采用的培育条件：起初的温度是 10℃左右，光照时间每天10小时，光强约 1 300 勒克斯，培养的海水是消毒过的瘦区海水再加入适量的营养盐。

进行高温实验时，温度逐渐升高。温度分18℃、20℃和24℃三个等级。

实验结果

1. 实验Ⅰ：在10℃条件下雌配子体生长发育情况

在10℃温度条件下，各组绝大部分雌配子体都是单细胞的，这一情况跟曾呈奎等[6]的观察一致。

但是各组雌配子体的排卵速度有所差异（见表 1）。

表1 几个自交系海带和普通海带雌配子体在10℃的排卵情况

来源	B采孢子后天数					
	12天		14天		16天	
	总数	排卵(%)	总数	排卵(%)	总数	排卵(%)
A_{501}	186	15.6	150	56.0	157	96.2
A_{503}	154	5.8	129	58.1	142	97.2
A_{507}	125	3.2	136	33.8	153	88.9
对照	146	15.8	136	55.8	160	93.1

A_{501}和对照组雌配子体排卵速度相近，都比较快，A_{503}和A_{507}排卵速度相近，都比较慢些。例如，采孢子后第十二天，A_{501}和对照的排卵数达15%以上，而 A_{503} 和A_{507}的 排卵数只有5.8%和3.2%。以后继续观察，看到A_{503}的排卵速度跟上去了，而A_{507}的排卵速度却一直是比较落后的。

以前讨论过，不同自交系排卵速度的显著差异大概跟遗传的分化相联系[2]。

2. 实验Ⅱ：在高温情况下雌配子体生长发育的情况

在开始高温实验时，雌配子体已发育到晚期，个别雌配子体已开始出现突起，但尚未排卵。

温度升高后，大部分雌配子体都停止产生突起；已产生突起的个别雌配子体能继续生长，增大体积，逐渐形成多细胞，而不是向排卵方向发育。

在18℃、20℃和24℃温度条件下，各组雌配子体大部分都形成多细胞。形成多细胞的雌配子体的情况在不同温度下有所不同，在不同组里也有所不同（表2）。总的看来，20℃最能引起多细胞的形成，其次是18℃，再其次是24℃。

就各组讲，雌配子体形成多细胞的数量，在自交系 A_{503}最多，不论在18℃、20℃和24℃的情形都大致如此。对照组雌配子体形成多细胞的数量，在上述各种温度下最少。

在高温条件下雌配子体所形成的多细胞数目也有所差异。分析高温处理后第十四天各组雌配子体多细胞数目，可以是 2 个细胞、3个细胞、4个以上细胞（见图1），它们的数量比例归结如表3。

从表 3 可以看到，20℃条件下所形成的多细胞雌配子体，大部分在 4 个细胞以上，并可形成丝状体。在18℃和24℃条件下，有相当数量的雌配子体是 2 个细胞，大都不是丝状体。

就各组讲，自交系A_{503}雌配子体在上述各种高温下形成 4 个以上细胞的数量最多，而对照组形成 4 个以上细胞的数量最少（见表3）。

为什么如此不同，这留待下面讨论。

在高温条件下的实验还产生另一种结果，就是18℃的温度条件虽然抑制了雌配子体的排卵，但这只是推迟作用。再经过若干

天，可以看到有一部分多细胞雌配子体有个别细胞在排卵。但各组雌配子体在18℃条件下排卵的数量有所差异，情形如表4。

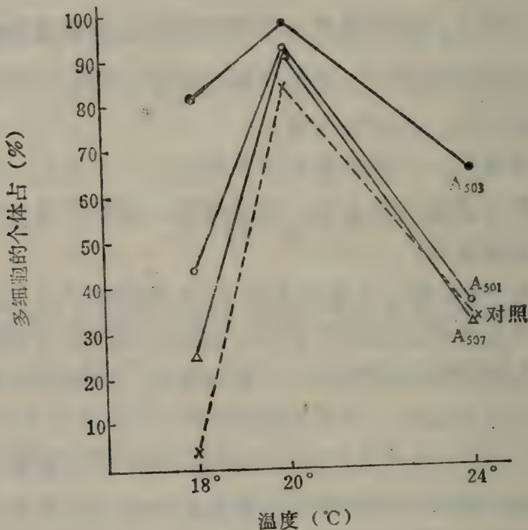


图1　几个自交系和对照组海带雌配子体在不同温度下形成四个以上细胞的数量比较

从表4可以看到，在18℃条件下，各组雌配子体到一定时期，都有一部分能开始排卵，但各组差异很大，例如，在高温处理后第十八天，自交系A_{503}雌配子体只有4.5%排卵，自交系A_{501}雌配子体则有31.3%排卵，跟对照组相近（35.1%）。

讨　　论

外界环境条件对海带雌配子体的生长发育有很大影响。根据我们实验室所拥有的未发表的资料看来，可以引起雌配子体形成多细胞的至少有三方面的外界条件，即肥料、光线和温度。这里着重联系温度条件的影响讨论两个问题：一是温度对海带雌配子

体生长发育的影响及其与遗传的关系，一是海带雌配子体在18℃条件下仍能排卵受精形成孢子体的遗传因素。

表 2 几个海带自交系雌配子体在不同温度下形成多细胞个体的比较

温度	材料来源	移入高温后天数					
		第二天		第七天		第十四天	
		总数	多细胞个体(%)	总数	多细胞个体(%)	总数	多细胞个体(%)
18℃	自交系 A_{501}	145	1.4	266	66.5	187	93.0
	自交系 A_{503}	169	1.2	227	62.1	148	100.0
	自交系 A_{507}	145	2.8	205	60.5	165	84.0
	对照	137	5.8	171	7.6	107	57.9
	平均	596	2.7	869	53.5	607	86.3
20℃	自交系 A_{501}	182	0.5	169	78.7	157	99.5
	自交系 A_{503}	130	2.3	180	96.1	188	100.0
	自交系 A_{507}	137	0.0	198	74.7	150	100.0
	对照	121	0.0	194	66.0	181	98.9
	平均	570	0.7	741	78.5	676	99.4
24℃	自交系 A_{501}	157	0.0	159	8.8	159	78.5
	自交系 A_{503}	133	0.0	135	20.0	126	88.1
	自交系 A_{507}	151	0.0	143	21.0	120	75.0
	对照	120	0.0	137	13.9	155	71.0
	平均	561	0.0	574	15.7	560	76.1

1. 温度对海带雌配子体生长发育的影响和雌配子体对温度反应的遗传因子

温度对海带雌配子体发生了什么影响？是不是在低温条件下，海带雌配子体一般是单细胞的，在高温（例如18℃以上）条件下，海带雌配子体大都形成多细胞？国外学者所观察的雌配子体为什么主要是多细胞丝状体？

根据我们的实验观察，海带雌配子体在不同温度条件下细胞数目有相当大的变化，情形大致如下：

（1）如果光强适宜，肥料不过多，那末在稳定的适宜的低温条件下。例如，把雌配子体培育在10—12℃条件下，绝大部分雌配子体是单细胞，并且能够很快地产生突起排卵，形成孢子体。这就曾呈奎等[6]的观察一致。

（2）在上述同样光强和肥料条件下，遇到高温，多数雌配子体形成多细胞。在20℃条件下，雌配子体大部分是多细胞丝状体；在24℃条件下，有相当多的雌配子体由两个细胞组成，每个细胞大致呈圆形，丝状体不明显。

表3　几个海带自交系在不同温度下多细胞雌配子体细胞数目的比较（处理后第14天）

温　度	材料来源	总　数	单细胞个体（%）	2细胞个体（%）	3细胞个体（%）	4细胞个体（%）
18℃	A_{501}	187	7.0	22.5	25.7	44.9
	A_{503}	148	0.0	2.7	14.2	83.1
	A_{507}	138	18.1	36.2	19.6	26.1
	对照	107	42.1	44.9	8.4	4.7
	平均	580	14.3	24.8	18.1	42.8
20℃	A_{501}	157	1.3	2.5	3.8	92.4
	A_{503}	188	0.5	0.5	0.0	98.9
	A_{507}	150	0.0	2.7	6.0	91.3
	对照	181	1.1	3.9	11.0	84.0
	平均	676	0.7	2.4	5.2	91.7
24℃	A_{501}	159	27.7	27.8	7.5	36.5
	A_{503}	126	11.9	13.9	8.7	65.9
	A_{507}	120	25.0	31.7	10.8	32.5
	对照	155	29.0	23.9	14.2	32.9
	平均	560	23.9	24.5	10.4	41.3

根据以上的材料，我们认为国外学者关于海带雌配子体是多细胞丝状体的描述大概主要是由于他们的观察是在不控制或不严格控制环境条件的情况下进行的。

表 4　几个海带自交系在18℃下排卵速度的比较

来　源	移入 18℃ 后			
	2　天		7　天	
	总　数	排卵(%)(包括幼孢子体)	总　数	排卵(%)(包括幼孢子体)
A_{501}(海一)	145	0.0	283	6.0
A_{503}	169	0.0	211	2.8
A_{507}	145	0.0	239	0.1
对照	137	0.0	195	12.3

来　源	移入 18℃ 后			
	9　天		18　天	
	总　数	排卵(%)(包括幼孢子体)	总　数	排卵(%)(包括幼孢子体)
A_{501}(海一)	214	4.7	192	31.3
A_{503}	214	1.4	179	4.5
A_{507}	203	5.9	215	28.4
对照	231	18.2	239	35.1

现在要问：高温为什么容易引起海带雌配子体形成多细胞或多细胞丝状体？

显然，这是有关细胞分裂原因的问题。正如 Waymouth (1952)[22]所说，有丝分裂的具体原因现在还不够了解。但这里可以进行一些推测。

从生理学的角度看，海带雌配子体形成多细胞可以用曾呈奎等[6]关于配子体发育最适温度的观察来解释。根据他们的实验室分析，10℃是雌配子体发育最适的温度，在这个温度下绝大部分雌配子体能够迅速排卵，形成孢子体。这样就没有形成多细胞的机会。但遇到较高的温度，雌配子体的发育怎样呢？据目前我们的材料看来，可以认为雌配子体的发育受到影响。但光合作用仍能进行，雌配子体仍能生长，并继续累积生活物质，于是细胞质的体积加大了，影响到细胞质和核的比例，终于导致细胞分裂，

形成多细胞或多细胞丝状体。Swanson (1960) [20]和Mazia (1961)[15]都指出，由于生理的原因，细胞质增大会引起细胞分裂。

支持这个论点的是多细胞雌配子体的排卵大大推迟，一般可以推迟1个星期以上，这是其一。第二，在不同温度条件下，雌配子体的细胞大小不一样。例如，在高温处理后第八天，我们曾测量了对照组单细胞雌配子体在不同温度下的细胞大小，即测量了细胞的长直径和短直径，看到在10℃条件下的细胞最小（见表5)。这结果跟曾呈奎等的观察[6]一致。

表5 不同温度下海带单细胞雌配子体的细胞大小

（观察的细胞数目$n=100$）

温 度	细胞平均长（微米）	平均宽（微米）	平均面积和标准差（微米²）
10℃	25.6	17.8	463.7±129.0
18℃	27.7	22.7	630.0±90.7
20℃	25.6	22.0	554.4±105.8

分析表5的材料，在18℃条件下海带单细胞雌配子体的细胞显著地大于在10℃条件下的细胞。其间大小差异（$630.0-463.7=166.3\mu^2$）是：d=10.545，p在0.001以下。

但是，海带雌配子体是否形成多细胞完全取决于环境条件吗？

看来不是，应该还有遗传的原因。

(1)普通海带（即具有高度杂种性的海带）的雌配子体，在高温条件下仍有一部分个体始终保持单细胞状态，在10℃条件下，也有个别个体形成多细胞。

(2)各自交系海带雌配子体，在高温条件下形成多细胞的情况颇不相同。例如，在18℃条件下，自交系A_{503}雌配子体形成4个以上细胞丝状体的占83.1%，而自交系A_{507}雌配子体在同样温

度下形成4个以上细胞丝状体的却只有26.1%。在24℃条件下，自交系A_{503}雌配子体形成4个以上细胞丝状体的占65.9%，而自交系A_{507}却只有32.5%。

这就是说，如果不同的反应规范跟不同的基因型相联系，那末海带雌配子体在同一温度条件下的不同表现型，既有环境的原因，又有遗传的原因。可以这样设想，有一些基因型在不致死的几种温度条件下能够保持单细胞，另有一些基因型在相似条件下则容易形成多细胞，还有一些基因型在对发育适宜的温度条件下是单细胞，在对发育不很适宜的温度（例如18℃以上的高温）下是多细胞。看来最后这种基因型在普通海带中所占的频率最高。

因此，通过系统的选择，有可能选育出雌配子体细胞数目不同的品系。

2. 海带雌配子体在日本和我国在不同温度条件下形成孢子体的原因

以前提到，根据木下虎一郎(1947)[7]的观察，海带雌配子体不能在12℃以上条件下形成孢子体，而曾呈奎等[6]则观察到海带雌配子体能在18℃条件下形成孢子体。这一观察的差异当然不能简单地归因于地理条件的不同。那末是什么原因呢？至少有以下三方面的原因值得考虑。

（1）一个可能的原因是木下虎一郎进行实验时，观察有所遗漏，即可能有少数雌配子体能在12℃以上条件下形成孢子体而没有被观察到。

（2）另一个可能的原因是木下虎一郎和曾呈奎等所观察的海带材料不是属于同一变种或同一地理族。根据曾呈奎等[5]的报导，海带有几个不同的变种。

（3）再一个可能的原因是我国现在养殖的海带跟日本原产地的海带在这方面已经发生了遗传的分化，具有不同的基因型。

这三方面的原因哪一个是主要的，现在还不知道。当然，也

可能这三方面的原因都发生作用，也可能另有其他的原因。

但是，遗传分化的论点值得重视。支持遗传分化的论据如下：

第一，我国养殖的海带自然种群即普通海带，根据几年来的观察，确实象其他由有性生殖产生后代的许多自然物种一样，具有杂种性[1]，不同的个体具有不同的遗传基础，因此可以通过自交和选择，培育出不同的品系。对具杂种性的生物进行自交和选择会引起遗传分化，这已是周知的事实（Mather，1955；Robertson，1955）[13,17]。

由于海带具有杂种性，所以可以观察到许多不同的反应规范[3]。

有理由猜测，日本的海带自然种群也具有杂种性，不同的个体有不同的遗传基础。它们对外界条件也有相当广泛的反应能力。看来国外学者包括木下虎一郎在内，都没有从遗传和进化的角度来观察海带配子体对外界条件的反应，可能对少数雌配子体的例外反应没有给以应有的重视。

第二，如果海带在日本的自然种群具有杂种性，这看来是没有疑问的，那末，到了我国北部海区的海带在世代传递中会发生什么变化呢？

据曾呈奎的报导，我国养殖的海带是1927年开始从日本移过来的[5]。在这三、四十年的过程中，虽然没有经过系统的人工选择，但自然选择是要发生作用的，特别是在跟日本海带没有机会杂交的隔离条件下。由于我国北部海区多少跟日本海带自然生长的地区有些差异，特别是我国北部海水温度平均要高一些。在适应新条件的过程中，海带的种群遗传性会发生一些变化。这就是说，日本海带移到我国后，由于具有杂种性，每代会出现许多不定变异；比较能适应我国条件的基因型会受到保存；由此所引起的遗传分化，会由于Mayer(1942)[14]所强调的隔离作用而得到发展。

这实际上是海带的进化过程，跟其他生物的进化基本上是一致的（Dobzhansky,1951；Darlington，1956；Stebbins，1959）[10,9,19]。

支持这个论点的还有这样的材料。我们于1963年春天曾从大连和广东移来少数种海带，跟青岛的种海带培育在同一海区里，以后又在同一天分别采孢子，发现配子体在相同条件下它们的生长发育和对高温的反应有明显的区别。例如，在低温（5—7℃）条件下，在采孢子后第二十一天检查，不同地方的普通海带雌配子体形成多细胞丝状体的数量大有差异，广东的海带雌配子体有半数以上是多细胞丝状体，而大连和青岛的海带雌配子体只有少数形成多细胞丝状体。"海青一号"新品种的雌配子体形成多细胞丝状体的最少（见表6）。

表6　几个不同地方养殖的海带雌配子在3—7℃下形成多细胞丝状体的比较

来　源	总　数	多细胞雌配子体（%）
广东海带	173	52.0
青岛海带	185	2.7
大连海带	146	4.1
"海青一号"	179	0.6

表7　几个不同地方养殖的海带雌配子体对高温适应力的比较

来　源	在24℃			
	第四天		第六天	
	总　数	死亡率(%)	总　数	死亡率(%)
广东海带	148	1.4	130	1.5
青岛海带	150	1.3	177	14.7
大连海带	128	0.0	201	14.4
"海青一号"	137	0.0	147	8.2

另一方面，广东海带雌配子体对高温的适应力却最强，其次是"海青一号（见表7）。

广东海带雌配子体对温度反应所表现的显著差异，大概跟遗传分化有关。广东养殖的海带来自大连。从1959年起，广东有关研究单位结合当地海区条件，对海带进行了一些集体选择，并把选出的种海带培养在实验室里度夏，用它采集孢子。经过4年的集体选择，遗传性表现出一些特点是可以理解的。

总之，由于海带原始材料具有杂种性，在基因分离和重组合的基础上，通过自然选择和人工选择，在各方面出现了遗传分化是很自然的。

因此，可以认为我国养殖的海带雌配子体至少有一部分能在18℃条件下形成孢子体，这是自然选择和人工选择的结果，是正常的进化现象。预计通过系统的选择工作，还可能提高海带雌配子体对高温的适应力。

结　论

从几个海带自交系和普通海带的雌配子体对温度反应的实验结果，我们提出以下的初步结论：

海带雌配子体的生长发育，例如细胞大小、细胞数目、成熟速度等，既受环境的影响，也受遗传的制约。

在10—12℃条件下，绝大部分雌配子体是单细胞，并且成熟最快，能迅速排卵。在18℃以上的较高温度的情况下，大部分雌配子体会形成多细胞，并且成熟延迟。

不同自交系在10℃条件下排卵速度有显著差异。在18℃条件下不同自交系雌配子体形成多细胞的比例有显著差异，所形成的细胞数目也有显著差异。例如，有的自交系在18℃条件下能够迅速形成4个以上细胞的丝状体，有的自交系却在这方面落后了。我们认为这跟不同的自交系有不同遗传性相联系。

在日本所观察到的海带雌配子体一般是多细胞丝状体，不能在12℃以上条件下形成孢子体，而我国目前养殖的海带雌配子体在不同温度条件下可以主要是单细胞，也可以主要是多细胞，多数雌配子体在低温条件下形成孢子体，至少有一部分也能在18℃条件下形成孢子体。我们认为这观察的差异主要跟遗传分化有关。这就是说，日本海带由于具有杂种性，移入我国以来，经过自然选择和人工选择，在我国驯化了，遗传基础开始有所差异了。

海带雌配子体对温度的各种反应规范，是各种基因型和各种温度条件相互作用的产物。

参考文献

[1] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报，1962, (1): 1—5.

[2] 方宗熙、李家俊，1963。自交对海带雌配子体和幼孢子体的影响。海洋与湖沼，5 (1): 333—345.

[3] 方宗熙、李家俊，1963。海带雌配子体对温度的反应规范。山东海洋学院学报，1963, (1): 57—67.

[4] 曾呈奎、任国忠、吴超元，1959。关于海带配子体的排卵和排精现象及精子的形态。科学通报，1959 (4): 129—130.

[5] 曾呈奎、吴超元等，1962。海带养殖学。科学出版社，72—90页。

[6] 曾呈奎、吴超元、任国忠，1962。温度对海带配子体生长发育的影响。海洋与湖沼，4 (1—2): 22—28.

[7] 木下虎一郎，1947。コンブとワカメの増殖に关する研究。日本札幌北方出版社。

[8] Bold, H. C., 1957. Morphology of Plants. Harper and Brothers, Publishers, N. Y. p. 77.

[9] Darlington, C. D., 1956. Chromosome Botany. George Allen and Unwin LTD. London, pp. 126—133.

[10] Dobzhansky, T., 1951. Genetics and the Origin of Species. Columbia Uni. Press, N. Y., pp. 76—107.

[11] Harries, R., 1932. An investigation by cultural methods of some of the factors influencing the development of the gametophytes and early stages of the sporophytes of *Laminaria digitata*, *L. saccharina*. and *L. cloustonii*. *Ann. Bot.*, 46 (184): 893—928.

[12] Kanda, T. (神田), 1936. On the Gametophytes of Some Japanese Species of Laminariales I *Sci. Rep. of Inst. of Alg. Res. Fac. of*

Sci. Hokkaido Imp. Univ. 1(2): 242—249.

[13] Mather, K., 1955. Response to selection. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 20: 158—165.

[14] Mayer, E., 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia Uni. Press, N. Y. pp. 225—238.

[15] Mazia, D., 1961. Mitosis and the physiology of cell division, in The Cell, III, ed. by J. Brachet and A. E. Mirsky, Academic Press, N. Y.

[16] Papenfuss, G. F., 1951. Phaeophyta, in Manual of Phycology. ed. by G. M. Smith, Waltham, USA, 145—150.

[17] Robertson, F. W., 1955. Selection response and properties of genetic variation, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, **20**: 166—177.

[18] Schmalhausen, I. I., 1949. Factors of Evolutoin. The Blakiston Company, USA. pp. 4—10.

[19] Stebbins, G. L., 1959. Genes, chromosomes, and evolution. *in* Vistas in Botany, ed. by W. B. Turrill, pp. 258—290.

[20] Swanson, C. P., 1960. The Cell, pp. 12—15. Prentice-Hall, USA.

[21] Ueda, S. (殖田) 1929. On the temperature in relation to the development of the gemetophyte of *Laminaria religiosa M. J. Imp. Fish. Inst. Tokyo*, **24**: 174—180.

[22] Waymouth, C., 1952. Nature of the stimulus to mitosis, in The Mitotic Cycle by A. Hughes, Butterworths, London, pp. 163—182.

本文合作者：李家俊

海带长叶品种的培育

前　言

海藻遗传的研究在国际上做的很少，育种工作还未见进行(Lewin，1960)。在我国，继曾呈奎等(1955—1962)关于海带实验生态学的研究成果之后，为进一步适应海带养殖业的需要，于1958年起，在海带养殖的科学事业中又开始了一个新方向的研究，即海带遗传育种的研究。1962年第一次报道培育出一个海带新品种——“海青一号”[2]。这个新品种目前正在推广养殖中。

由于我国沿岸各海区的自然条件颇不相同，一个海带品种显然不能满足各海区的要求。为不断提高海带的品质和产量，创造更多海带品种已成为当前水产事业中的一项重要任务。

本文介绍海带另一品种的培育过程。这个新品种被命名为“海青二号”，因为它跟“海青一号”一起都是利用同一批的普通海带作为育种的原始材料，又都是在青岛应用相似方法培育出来的。

材　料

育种所用的原始材料是1958年7月从青岛山东水产养殖场取来的一批配子体。这批配子体是由许多棵成熟海带放在一起所采的孢子长成的。“海青一号”和“海青二号”都起源于这一批配子体。

这一批育种的原始材料属于目前养殖的普通海带。从性质上

讲，普通海带虽然经过若干年的人工养殖，但未经过系统的选育工作，仍是半野生的海藻。从生殖方式讲，不论在自然界里或人工养殖的条件下它们都有充分机会由杂交产生后代。因此，有理由认为它们具有杂种性。实际的观察和实验也表明它们具有高度的杂种性[1]。特别是从连续自交的实验，我们观察到许多性状在后代中表现广泛的分离，由此已选育出特征不同的若干自交系或品系[2-5]。

普通海带具有杂种性，这跟绝大部分野生生物和大部分家养生物都具有杂种性的论断（Dobzansky，1955；Dempsters，1955）是一致的。而种群所含有的变异愈多，对选择的反应就愈大（Mather，1955）。因此，有理由推想，以普通海带作为育种的原始材料，即可以选育出许多优良品种。

方　法

这包括养殖方法和育种方法。

关于养殖方法，从采孢子，低温育苗，海上养殖海带等一系列有关的培育和管理，都采用曾呈奎等（1955—1962）所研究出的方法。在养殖中我们特别注意养殖条件的一致性。在实验室里，在海上，我们都注意尽量做到这一点。

由于普通海带具有高度的杂种性，因此所采用的育种方法主要是连续自交和定向选择。

所谓自交就是单棵海带分别采孢子，使不同棵海带在隔离情况下产生孢子，由此控制其交配过程。就是只让同一棵成熟海带所产生的孢子在一起，由此发育成雌雄配子体，彼此交配。这跟高等植物例如玉米的自体受精相似。这样做，主要是希望通过自交和选择尽快导致性状的分离和纯型合子化（Hayes，1955）。到1963年，上述材料连续自交已进行了五代。

我们根据海带生活史的特点，分以下三个阶段进行选择：

1）对配子体的选择　由于海带配子体很小，只宜采用微生物的选择方法（Bryson等，1955)。育种目标是抗高温品种，因此采用高温选择的方法。根据曾呈奎等(1962)的研究，海带配子体在20℃温度条件下不能进行生殖。在这样温度下时间一长，会导致死亡。因此我们采用高温选择的方法，让海带配子体在20—22℃温度下培育达1—2个月。据观察，这会引起80%以上的雌配子体死亡。希望通过这样的选择，会把少数能够适应较高温度的配子体留下来，作为培育的对象。

高温选择连续进行2年。第一次是1958年，跟“海青一号”的祖先同一批进行高温处理。第二次是1959年，这时“海青一号”的祖先已不再进行高温处理，仅仅对“海青二号”的祖先进行高温处理。

2）对幼孢子体的选择　挑选生长最快的健壮幼苗进行分散养殖。在养殖过程中，注意及时管理，除去杂藻。这一选择到1964年已连续进行了6年。

3）对种海带的选择　挑选叶片最长、自然脱落最轻的成熟种海带采孢子。这一选择到1964年也已连续进行了6年。

新品种的出现及其特征

1. “海青二号”的形成

在上述自交和选择的情况下，1961年开始出现了若干性状显著的品系。其中有一个品系，叶片特别长，其他经济性状也符合要求，被认为有培育前途。于是选出符合要求的个体，再经过两年的自交和选择，看到性状相当稳定，就命名为“海青二号”。1963—1964年又继续选育。

“海青二号”跟“海青一号”有明显的区别。在孢子体成熟时期，“海青二号”叶片较长，较狭，柄部较短，成熟较早。这两

个品种的叶片自然脱落较轻。在小规模实验中两个品种所得的产量相近，都比普通海带（即对照组）提高产量30—40%。

“海青二号”的主要特点是叶片长。在同样养殖条件下，“海青二号”的叶片长度比普通海带平均可超过1米左右。从研究知道，海带叶片长度是遗传的性状[4,5]。

兹将最近3年来养殖中的生长情况介绍如下：

表1　“海青二号”、“海青一号”和对照组海带 1962—1964年成熟时的生长情况

年份	实验材料	总棵数	平均长±标准差（厘米）	平均宽±标准差（厘米）	平均柄长±标准差（厘米）	平均棵干重（克）
*1962	“海二”	21	342.1±22.89	22.9±1.79	3.6±0.66	95.7
	“海一”	28	320.9±25.32	25.0±3.43	5.3±0.47	101.4
	对照	46	264.1±24.45	21.4±2.50	3.0±0.63	74.3
1963	“海二”	25	448.3±32.05	25.4±1.48	4.2±0.41	136.1
	“海一”	45	361.4±21.28	30.6±3.15	5.9±0.60	125.3
	对照	74	319.5±37.09	24.6±3.55	3.5±0.77	100.7
△1964	“海二”	167	415.9±22.35	28.8±2.59	4.0±0.71	143.9
	“海一”	59	346.2±25.83	33.2±3.81	5.0±0.79	149.8
	对照	49	308.5±32.20	27.0±4.44	3.8±0.55	105.6

* 1962年个体都比1963年小，这由于这一年分苗因故推迟了1个多月。
△ 1964年个体比1963年小，这由于最后一次测量因故提前了约1个月。

表1是“海青二号”、“海青一号”和普通海带（即对照组）在1962—1964年生长在同一海区成熟时的情况。

从表1可以看到“海青二号”和“海青一号”都比普通海带保持生长优势。1962年“海青二号”的棵干重略低于“海青一号”，而高出普通海带约28%。1963年“海青二号”棵干重比“海青一号”略高，而高出普通海带约35%。1964年“海青二号”棵干重高出普通海带约36%。

1962年各组海带个体都普遍比1963年各组海带个体小些，这是由于1962年分苗比1963年推迟约1个月。按照曾呈奎等(1962)

的实验，分苗愈早，生长愈大；分苗愈迟，生长愈小。

2. “海青二号”雌配子体对高温的适应力

为了解“海青二号”雌配子体对高温的适应力，我们于1963年6月进行了一个小实验。实验所用的材料是经过五年连续单棵采孢子的“海青二号”和“海青一号”配子体。对照组是普通海带由混合采孢子所长成的配子体。

这两个品种和对照组的配子体起初都培育在10℃条件下。采孢子后经过12天，然后进行高温实验。所采用的高温分别为18℃、20℃和24℃三个等级。实验的主要结果如表2。

从表2可以看到，在18℃和20℃条件下，对高温的适应力各组雌配子体在15天内差别不大，在24℃条件下则差别很大。“海青二号”和“海青一号”雌配子体的死亡率相近，它们都比普通海带雌配子体较能适应高温。

表2 “海青二号”、“海青一号”和对照海带雌配子体对高温适应力的比较

温度	实验材料 \ 移入高温后 死亡率	第四天 总数	第四天 死亡率%	第十五天 总数	第十五天 死亡率%
18℃	“海二”	197	0.0	185	0.0
	“海一”	283	0.0	185	0.0
	对照	195	0.0	239	3.8
20℃	“海二”	169	0.0	133	3.8
	“海一”	163	0.0	120	2.5
	对照	194	0.0	148	3.8
24℃	“海二”	181	16.6	201	27.0
	“海一”	186	14.5	213	25.4
	对照	153	10.5	143	46.7

3. "海青二号"的排卵速度

为了解"海青二号"雌配子体的排卵速度跟"海青一号"和普通海带有没有不同，1963年6月我们进行了另一个小实验。实验所用材料跟前一实验（即高温实验）所用的相同。培育的温度是10℃。采孢子后，按时检查，看各组雌配子体的排卵数目是否有所差异。结果如表3。

从表3可以看到，"海青二号"的配子体排卵最快，"海青一号"次之，普通海带又次之。

表3 "海青二号"、"海青一号"和对照组海带排卵速度的比较

实验材料 \ 排卵% \ 采孢子后天数	第十五天		第十八天		第二十天	
	总数	排卵（%）	总数	排卵（%）	总数	排卵（%）
"海二"	434	0.5	492	37.4	485	80.4
"海一"	275	0.0	322	32.6	290	74.5
对照	394	0.3	449	16.3	481	55.1

4. "海青二号"孢子体的生长情况

1）"海青二号"幼孢子体的生长速度　上述关于雌配子体排卵速度的小实验中，各组都长成了许多健康的幼孢子体。对各组幼孢子体的长度和宽度进行测量，得到了表4的材料。

从表4可以看到，"海青二号"孢子体叶片长度的生长从幼期开始就表现优势，而叶片宽度的生长却落后于"海青一号"。由此猜测，影响叶片长度和宽度遗传的基础在幼孢子体时期就发生作用。

2）"海青二号"孢子体的日生长　在海上养殖的整个时期，"海青二号"孢子体叶片长度生长比普通海带快。这清楚地表现

在日生长上。我们于1963年据曾呈奎等（1957）所设计的、在叶片上打洞的方法来观察日生长，看到在整个生长时期从2月到6月初，“海青二号”的长度日生长都占上风。情形如表5和图1所示。

表4 “海青二号”、“海青一号”和对照组幼孢子体长度和宽度生长速度的比较

（观察个体数 $n=100$）

实验材料	采孢子后20天		采孢子后35天	
	平均长±标准差（微米）	平均宽±标准差（微米）	平均长±标准差（微米）	平均宽±标准差（微米）
“海 二”	129.9±23.50	42.6±10.30	198.1±34.65	70.3±20.95
“海 一”	99.4±19.24	45.4±11.08	170.4±45.58	88.0±21.16
对 照	98.7±22.79	33.4±8.45	158.3±30.10	58.2±15.19

表5 “海青二号”和对照组海带长度生长的比较

日期 / 测量内容 / 实验材料	1963.12.11		1964.1.13		1964.2.10	
	长度（厘米）		长度（厘米）	日生长（厘米）	长度（厘米）	日生长（厘米）
“海 二”	17.6		108.8	2.6	195.0	3.5
对 照	18.6		90.9	2.1	164.8	3.1
差 异			0.5		0.4	

日期 / 测量内容 / 试验材料	1964.3.10		1964.4.9		1964.5.7	
	长度（厘米）	日生长（厘米）	长度（厘米）	日生长（厘米）	长度（厘米）	日生长（厘米）
“海 二”	279.3	3.3	365.7	3.5	430.2	2.3
对 照	227.1	2.7	284.0	2.5	308.5	1.0
差 异	0.6		1.0		1.3	

讨　论

初步育成的“海青二号”是否有推广养殖的前途，这需要将来实践的验证。这里着重讨论以下两个问题。

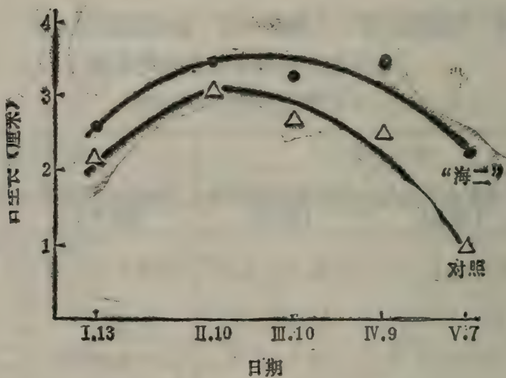


图 1　“海青二号”、对照组海带日生长曲线

一、“海青二号”的起源

“海青二号”各性状是怎样形成的呢？跟高温处理以及跟选择的关系又是怎样的呢？

首先我们简略地介绍“海青二号”的历史，这大体如图 2 所示。

从图 2 可以看出，“海青二号”是在连续自交结合定向的个体选择而育成的。选择的主要对象是叶片长度，每代都选择叶片长的健康个体来采孢子。

在总结“海青一号”的形成过程时[2]，我们曾指出，“海青一号”的品种性状起源于原始种群，而不是高温的条件所引起的，大概也不是由于诱发突变。这个结论同样适用于“海青二号”品种的形成。也即是说，“海青二号”品种性状的遗传基础都存在于

普通海带中，在自交过程中，通过基因的重组合，产生出多种基因型，因此在性状上出现了广泛的分离。对表现型的定向选择，淘汰了多数不符合要求的基因型，保留下所需要的基因型，由此出现了“海青二号”。这是因为高度的自交结合连续定向的选择，会使所需要的基因型迅速趋向纯型合子化(Elliott，1958)。因此，我们认为，对种海带的定向选择，是整个选择工作的主导部分。

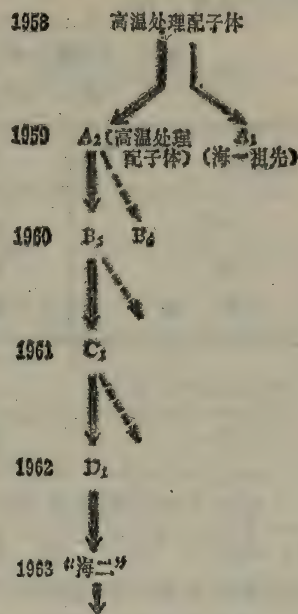


图 2 “海青二号”历史

2. “海青二号”的纯度

“海青二号”的主要特点就是叶片最长，而叶片长度正是几年来选择这个优良品种的主要指标。

“海青二号”在叶片长度方面是否稳定呢？

由于每年海带分苗养殖的时间有所差异，每一品系在不同年份中的长度很有区别，变量也相应地有显著变化（表1），为了比较变异幅度，我们选用了变异系数[CV=(标准差/平均数)×100]并归纳如表6。

从表 6 可以看到，“海青二号”叶片长度的变异系数几年来都比对照组海带的变异系数小。因此，有理由认为“海青二号”叶片长度的遗传基础已趋向一致。

“海青二号”的其他性状例如叶片宽度、厚度和柄长，也大体上表现相对稳定。

但是，海带品种各经济性状都是数量性状。这些性状跟典型的数量性状一致，既容易受环境影响，又受许多基因的制约

(Smith, 1944)。所以要使品种充分稳定，在今后养殖中还需要进行选育工作。

表6 "海青二号"、"海青一号"和对照组海带1962—1964年叶片长度的变异系数(%)

实验材料＼年份	1962	1963	1964
"海二"	6.7	7.1	5.3
"海一"	8.0	5.9	7.4
对照	9.2	11.6	10.4

提要

连续7年的海带育种实验产生了另一个新品种，即长叶品种，命名为"海青二号"。这是以普通海带作为育种的原始材料通过连续自交和定向选择而培育成的。

"海青二号"的特征是：叶片比"海青一号"的较长而狭，柄部较短，成熟较早，叶片尖端的自然脱落比普通海带较轻。小规模实验表明可比普通海带增产约35%。

实验表明，"海青二号"雌配子体排卵速度比普通海带较快，耐受高温能力较强。

"海青二号"的主要特征是叶片长。从观察知道，"海青二号"从幼孢子体开始在长度生长方面就比"海青一号"和普通海带表现优势。因此推想，控制海带叶片长度生长的基因在幼孢子体时期就发生作用。

参考文献

[1] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报，1962年(1)：1—5.

[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带"海青一号"

的培育及其初步的遗传分析。植物学报，10 (3): 197—209.
[3] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1962。海带柄长的遗传。植物学报，10 (4): 127—335.
[4] 方宗熙、蒋本禹，1963。海带叶片长度的遗传。海洋与湖沼，5 (2): 172—182.
[5] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带叶片长度遗传的进一步研究。海洋与湖沼，7(1): 59—66.
[6] 曾呈奎、孙国玉、吴超元，1955。海带的幼苗低温渡夏养殖试验报告。植物学报，4(3): 255—264。
[7] 曾呈奎、吴超元、孙国玉，1957。温度对海带孢子体的生长和发育的影响。植物学报，6(2): 103—130.
[8] 曾呈奎，1958。海带在我国沿岸的南移养殖。科学通报，1958年 (17): 531—533.
[9] 曾呈奎、吴超元主编，1962。海带养殖学。科学出版社，34—186页。
[10] Bryson, V. and W. Szybalski, 1955. Microbial drug resistance. *Advances in Genetics*, 5 (7): 1—46.
[11] Dempster, E. R., 1955. Maintenance of genetic heterogenetity, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 20: 25—32.
[12] Dobzhansky, T., 1955. A review of some fundamental concepts and problems of population genetics, *ibid*, 20: 1—15.
[13] Elliott, F. C., 1958. Plant Breeding and Cytogenetics, McGraw-Hill Book Co. Inc. N. Y. pp. 86—96.
[14] Hayes, H. K., F. R. Immer and D. C. Smith, 1955. Methods of plant Breeding.
[15] Lewin, R. A., 1960. Genetics and marine algae, in Perspectives in Marine Biology, Ed. by A. A. Buzzati-Traverso, Uni. California Press. pp. 547—557.
[16] Mather, K., 1955. Response to selection. In Cold Spring Harbour Symposia on Quantitative Biology, N. Y., Vol. XX: 158—165.
[17] Smith, H. H., 1944. Recent studies on inheritance of quantiative characters in plants. *The Botanical Review* 10: 349—382.

本文合作者：蒋本禹　李家俊

海带变异的初步分析

前　　言

遗传学工作者、进化论者和育种工作者都要研究生物的变异，要搞清楚变异的性质，希望知道哪些变异是遗传的，哪些变异是不遗传的。

所谓变异指的是生物的性状或表现型在个体之间的差异。遗传学的研究阐明了，表现型是基因型（遗传基础）和环境相互作用的产物，是通过个体发育而来的。在这里，外界环境是变化的条件，遗传基础是变化的根据，环境通过遗传基础而起作用。

个体之间普遍存在着变异。个体变异是种群变异的基础，是生物进化和培育新品种的基本材料。

达尔文把变异分为一定变异（即定向变异）和不定变异，遗传的变异和不遗传的变异。但是他不了解遗传和不遗传的原因，也不了解发生变异的机理。

现在知道，任何种群的个体变异归结起来，起源于三方面的原因：环境的影响、基因重组合和突变。单纯由环境影响所引起的一定变异即后天获得性，一般是不遗传的。所以细胞遗传学认为获得性在进化中不重要或不发生作用。作者认为一定变异往往对生存有利，在生存斗争中会得到保存，从而有传种的机会。因此，它对进化是有意义的。不同个体的遗传基础不仅有相同之处，而且也有相异之处。所以它们在同样的环境下所发生的变异是相当广泛的，这里有一定变异，也有不定变异。

在海带的遗传育种工作中，我们接触到海带的许多一定变异和不定变异。这里就海带的一些变异进行初步的分析。

定 变 异

先谈一定变异。在正常的培养条件下，例如温度在10℃左右，光强大约1000勒克斯，光照时间每天10小时，对灭菌的海水里加入适量的营养盐，在这样的培养条件下，海带雄配子体都是多细胞丝状体，颜色较淡；而雌配子体大部分是单细胞的，是球形或梨形。它们一般能同时成熟。为方便起见，我们在研究中都主要观察雌配子体。

从实验知道，某些物理条件可以引起海带雌配子体发生一定变异。例如，在每天19—24小时的光照条件下，有不少雌配子体长成多细胞的丝状体。在较高的温度（20℃）条件下，雌配子体就停止发育，一般不能排卵受精，有一些雌配子体长成2—4个细胞团，但不形成丝状体。时间一长，比方说，在1个月以上，则大部分都趋于死亡。

某些化学物质也可以引起雌配子体发生一定变异。例如，碳酸氢钠如果浓度较低（0.001M）能促进雌配子体的发育，提前排卵。但高浓度（0.01M）则有抑制发育的倾向，并使雌配子体长成多细胞。用秋水仙素0.1%和0.4%的浓度处理1天，有促进雌配子体发育的倾向。但0.4%的浓度，如果处理时间达到48小时，则有相反的作用，抑制发育。维生素C可以引起某些海带品种的雌配子体延长生长期，推迟发育，并往多细胞丝状体方面发展。浓度愈高，效应愈显著，可以使大多数雌配子体长成多细胞丝状体或分枝体，并可以推迟排卵达1个月以上的时间。

海带孢子体在海里如果生长在光线较弱或密集的条件下，柄部大都长得比较长些，叶片比较薄，也比较小。

应该指出，上述的一些一定变异都不是发生在全部个体上，其中总有例外，即有一部分个体不发生一定变异。我们认为这跟不同个体的内因有所差异有关。在遗传学上这属于反应规范问题。

不定变异

海带的不定变异也是广泛存在的。在上面谈一定变异中已经接触到不定变异。例如，高温引起大部分配子体的死亡，但仍有少数个体能够活下来。中国科学院海洋研究所和山东海洋学院协作培育的“海青一号”品种的原始材料即配子体，是培育在20℃条件下达一个月之久的，由此所残存的少数配子体，在降低温度的情况下，就成熟排卵受精，由此长成孢子体。于是经过好几年的单棵种海带采孢子和定向选择，终于育成新品种。

还有，在高温条件下，不是所有雌配子体都长成畸形或多细胞体，而是仍有少数保持单细胞状态。这也是不定变异。

又如X射线或γ射线在低剂量条件下对海带配子体的发育有刺激作用，从而促进了孢子体的生长。剂量一高，有许多配子体就发生死亡，但不是所有个体都死亡。不同个体对X射线的敏感性是不一样的。

再如维生素C可以引起雌配子体长成多细胞丝状体，但是仍有少数始终保持单细胞状态。

用单棵海带采孢子，所长成的孢子体生长在相似的条件下，有的叶片宽些，有的狭些；有的叶片厚些，有的薄些；有的叶片长些，有的短些；有的早熟，有的晚熟；有的柄部长些，有的短些；有的假根发达，有的较不发达，等等。我们从中进行定向选择，经过若干代的自交选择，曾得到一些不同的品种和自交系。例如，“海青一号”品种的柄部较长，叶片较宽，晚熟；“海青二号”品种的柄部较短，叶片较长，成熟比“海青一号”早些；“海青三号”品种的柄部较短，叶片较厚，成熟较晚；“海青四号”自交系的柄长一般，但叶片很薄，成熟较早，等等。这些品种或自交系都具有一些稳定的性状，这原来是不定变异，是遗传的。

遗传的变异和不遗传的变异

上面所举的一定变异和不定变异是交错重迭在一起的，这因为所说的海带性状都呈连续变异。例如，就海带柄部的长度讲，这里有不遗传的变异，也有遗传的变异。就“海青一号”的柄长讲，它较长，这个性状是遗传的。可是“海青一号”的不同个体柄长是不一样的。我们曾选取“海青一号”柄部较短和柄部较长的不同个体，分别采孢子，让它们的后代生长在相似条件下，看到后代柄部的平均长度是一致的(表 1)。这说明“海青一号”内部的个体变异，即柄部的长短差异，是不遗传的。

海带叶片长度的变异也跟柄长的变异一样，那里有遗传的成分，也有不遗传的成分。我们曾估计海带叶片长度的遗传力大约是50%。这表明环境的影响很大。

表1 海带“海青一号”柄长不遗传的变异

亲本柄长（厘米）	后代柄长	
	个体数	平均柄长和标准差(厘米)
5.0	29	5.5±0.66
6.5	31	5.3±0.47

自然地生长在浅海中的海带，有的由于过分密集，光线不足，大半长得很矮小。可是在缺少种海带的时候，可以不可以用这种生长不好的海带做亲本呢？实践的经验已作了肯定的答复。用这种海带做亲本来采孢子，由此长成的孢子体在正常的培养条件下，它们同样能长成正常的大海带。这表明那亲本矮小的表现型是不良环境引起的，是不遗传的。

反应规范

从以上的粗略材料已可知道，海带的不同配子体或孢子体对同一外界条件的反应能力常常是不一致的。反应能力的大小属于反应规范问题。不同的基因型对于不同的条件，反应是不一致的，有的基因型能适应变化的环境，发生一定变异，从而得到生存；有的不能。而适应方式的差异应主要归因于内因的差异。

用较高温度培养海带配子体，时间一长，就有愈来愈多的个体死亡，但仍有少数个体能活下来，有的是单细胞，有的则长成多细胞。这里有内因的差异问题。

用高浓度（0.01M）的碳酸氢钠处理海带配子体，“海青一号”和“海青四号”的排卵都受到抑制，但是普通海带的雌配子体则有不少表现不同的反应，它们却能提前成熟排卵。

用维生素C处理海带孢子和配子体，“海青三号”比“海青一号”较为敏感，“海青三号”的雌配子体更有长成多细胞丝状体或分枝体的倾向。这表明“海青三号”对维生素C有较广泛的反应，变异较多（表2）。

表2　海带不同品种雌配子体对维生素C的不同反应

（只处理一次，采孢子后第十三天观察）

		个体数	单细胞个体（%）	多细胞个体（%）
对照	“海青一号”	108	92.6	7.4
	“海青三号”	124	80.6	19.4
100毫克	“海青一号”	147	68.7	31.3
	“海青三号”	134	13.4	86.6*

* “海青三号”的雌配子体在多细胞时有发展成丝状体的强烈倾向。

从以上材料可以看出，海带对一定条件能不能发生一定变异，这关系到遗传基础问题。由于品种的不同是基因型的不同，所以不同品种的反应不一样，主要是因为基因型有所不同。有的基因型的反应规范是比较广泛的，有的基因型的反应规范则比较狭隘。反应规范比较宽广的基因型，表示它的可塑性较大，适应性较强，在进化中往往较有前途。

对普通海带遗传性的估计

现在大家承认，在自然界里由有性生殖产生后代的生物一般都具有杂种性。换句话说，自然种群一般都是遗传混杂的种群。海带原产于日本北海道等海区，在本世纪的二十年代才由于偶然的机会在大连海区出现。新中国成立以来，海带的养殖事业得到蓬勃的发展。这期间，海带在我国沿海许多地方，由于自然选择和人工混合选择的作用，遗传性可能已经发生一定的分化。它跟日本的海带自然种群的差异有多大，这有待以后的探讨。

生长在日本海区的海带种群具有高度杂种性是毫无疑问的。现在生长在我国的海带呢？总地看来，我国目前广泛养殖的海带仍具有相当高度的杂种性。这是因为目前养殖的海带一般都未经过系统的育种。在采孢子时，都是把许多棵种海带放在一起进行采苗，所以基本上是由杂交产生后代的。支持目前养殖的海带具有杂种性的事实很多，例如，①单棵海带采孢子，所长成的配子体在生理上和形态上都可以有不同的反应，这已在上面简略介绍了；②所长成的孢子体培养在相似的海区里也有广泛的变异；③曾由此育成若干不同的品种和自交系；④即便同一品种或同一自交系中，也不是所有的性状都比较稳定的，实际上只有注意选择的性状比较稳定吧了。其他未经系统选择的性状，在同一品种中也有相当的变异。例如，用维生素C处理“海青一号”和“海青三号”，同一品种的不同雌配子体的反应是不一致的，有的形成多

细胞的分枝体，有的还保持在单细胞状态。它们都是健康的，都能成熟排卵。这表明不同雌配子体的基因型有所差异，所以反应规范有所不同。

因此，利用目前海带“半自然”的种群作为育种材料，还是大有可为的。

海带养殖是海水养殖中基本上达到“农业现代化”的唯一养殖对象。如何进一步培育出能忍受较高温度和含碘量较高的品种，是当前的任务。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带“海青一号”的培育及其初步的遗传分析。植物学报10(3)。

[2] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的杂种性及其利用前途。山东海洋学院学报，(1)。

[3] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1962。海带柄长的遗传。植物学报，10(4)。

[4] 方宗熙、蒋本禹，1963。海带叶片长度的遗传。海洋与湖沼，5(2)。

[5] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带叶片长度遗传的进一步研究。海洋与湖沼，7(1)。

[6] 曾呈奎、吴超元等，1962。海洋养殖学。科学出版社，第72—79页。

海带雌配子体对维生素C的反应

摘　要

海带雌配子体在低温（5—10℃）条件下，大部分是单细胞的，本实验表明、在上述条件下，不同浓度的维生素C对海带雌配子体有刺激作用，使细胞长得大些。而较高的浓度能更有效地引起有丝分裂，使大部分雌配子体长成多胞细丝状体，有一部分长成分枝体，这表示海带雌配子体的遗传基础有广泛的反应规范，

不同品种的海带雌配子体对维生素C的反应有一致的地方(这是一定变异)，有不一致的地方(这是不定变异)，这由于它们的遗传基础有相同之处和不同之处。

海带雌配子体在维生素C影响下大大地延长了生长期推迟了成熟排卵，这为细胞学观察杂交育种和单倍体育种提供了有利的条件。

前　　言

维生素C是细胞新陈代谢所必需的物质，但其作用机理尚不十分清楚。不同植物不同组织的维生素C含量常有差异[7]。据报道，维生素C对石莼等几种海藻幼苗的生长有刺激作用，可以促进生长。但其作用机理如何，尚无研究[8]。

维生素C对海带配子体有什么效应？未见报道。本实验着重观察维生素C引起海带雌配子体的变异情况，实验的目的有二：

（1）观察维生素C对海带雌配子体有什么效应？如果对生长有刺激作用，情况如何？是否有实践意义？

（2）观察不同品种的海带雌配子体对维生素C的反应是否有所差异？

我们的主要观察对象是海带雌配子体。这是因为其细胞比雄

配子体细胞大得多，容易观察。我们在以往的实验中，不论用化学因素或物理因素来影响海带配子体，都看到雌雄配子有体大体一致的反应，而且都能同时成熟[1]。

材料和方法

实验材料，主要是两个品种的海带，即①“海青一号”，这个品种的成熟孢子体有较宽的叶片，柄部较长；②“海青三号”，这个品种的成熟孢子体有较厚的叶片，柄部较短[1]。

此外，还用普通海带做材料，进行补充实验。

上述两个品种材料系同时用单棵海带采孢子的方法进行的。孢子均采集在玻片上，培养在低温育苗室里。经过3—4天，孢子均发育成配子体。

培养用的海水取自青岛市鲁迅公园附近的海区。海水经过沉淀，过滤和紫外线灭菌后，加入含一定量的氮和磷的营养液（即NO_3^--N，2.8ppm；PO_4^{3-}-P，0.28ppm）。

每次实验均用大小一致的玻璃容器，如培养皿或小的培养缸。每一培养器内放入孢子密度大约一致的两片玻片。培养时温度一般为7—10℃。光照每天10小时。光强大约为1000勒克斯。每隔5—7天换水一次。观察用高倍显微镜（×600）。

所用的维生素C是注射用的水剂，山东济南新华制药厂出品。

处理对象是早期配子体。有的实验只用维生素C处理一次，有的实验则处理两次或三次。这样做的理由是，考虑到维生素C在培养液中容易被分解或被吸收，经过一段时间可能就大部分消失了。估计处理的次数不同，效应会有所差异。

第一次处理是在采孢子后4天进行的，这是早期配子体。第二次和第三次处理则在给配子体换水时进行。

对两个品种海带配子体的处理主要分为三个浓度，即每100毫

升的海水培养液中分别含1、10和100毫克的维生素C。另有一组，不加处理，作为对照。

第一次实验是在1965年夏天进行的。在这一年的11月以后，又重复了两次实验，均采用上述的两个品种。每次实验约为6—7周。三次实验的结果是一致的。这里作系统总结的是1965年第二次实验的结果。这是因为第一次实验系探索性的，实验材料比较少。第二次实验是在第一次实验的基础上进行的，观察内容比较全面。第三次实验是在个别方面作补充的观察。

1973年6—7月和11—12月，又用普通海带（系指没有经过系统选育的海带，它不成为品种）的早期配子体作实验材料，重复了上述的实验，作为补充观察。实验结果与1965年对两个品种的观察是一致的。

实验结果

在实验中，观察到维生素C对"海青一号"和"海青三号"两个品种海带雌配子体的生长和发育都有明显的效应。对普通海带的雌配子体也是这样。

（一）维生素C对生长的影响

维生素C对两个品种海带雌配子体生长的影响，表现在以下几个方面。

（1）经过维生素C处理的海带雌配子体，其细胞都长得大些。起初一周里海带的雌配子体大部分是单细胞的，呈球形或梨形。通过随机测量各组雌配子体球形细胞的直径，看到细胞增大的情况跟处理的剂量有关。所用的维生素C剂量愈高，细胞愈大。例如，经过维生素C一次处理后的第七天，在显微镜下随机测量各组50个雌配子体球形细胞的直径，结果归结如表1。

从表1可以看到，无论是"海青一号"或"海青三号"其球形

单细胞雌配子体的平均直径是随着所用维生素C剂量的提高而增大的。我们用统计学上的

$$d=\frac{|\bar{x}_1-\bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$$

公式[5]来检查处理组和对照组球形细胞直径大小的差异显著度，结果如表2。

表1 维生素C一次处理对海带早期雌配子体细胞大小的影响*

品种 / 剂量（毫克）	"海青一号" 平均数和标准差	"海青三号" 平均数和标准差
对照	4.44±0.496	4.37±0.598
1	4.71±0.459	4.79±0.740
10	5.71±0.510	5.54±0.880
100	5.80±0.548	5.60±0.710

* 所测量的雌配子体球形细胞的直径，单位＝6.667微米。

表2 维生素C一次处理对海带雌配子体细胞大小差异显著度的检查

品种 / 组别	"海青一号"	"海青三号"
对照组对1毫克组	$d=2.825$, $p<0.05$	$d=3.12$, $p<0.01$
对照组对100毫克组	$d=13$, $p<0.001$	$d=9.6$, $p<0.001$

表2的材料表明，处理组和对照组细胞大小的差异是显著的，尤其是100毫克组跟对照组的差异特别显著。两个品种在这方

面的表现是一致的，由差异所得到的机率(p)都小于0.001的水平。这种规律性的现象，显然不能归于偶然，而应该认为是维生素C对海带雌配子体细胞的生长有促进作用。

表3 维生素C一次处理对普通海带雌配子体细胞大小的影响*

($n=30$)

组别 \ 细胞直径	平均数和标准差(微米)	差异显著度
对照	2.38±0.523	$d=2.2$
100毫克组	2.83±0.320	$p<0.05$

* 处理后3天测量雌配子体球形细胞的直径。

1973年11月，我们用普通海带的早期配子体做实验材料，用维生素C处理，也看到雌配子体有相似的反应（表3）。

(2)处理组雌配子体有拉长细胞和形成多细胞丝状体的强烈倾向。在一般培养条件下，雌配子体的细胞如果稍为拉长出尖，往往是排卵的前奏。维生素C处理过的雌配子体细胞出尖，并不排卵，而是细胞进一步拉长。这是形成多细胞丝状体的前奏。细胞拉长和形成多细胞丝状体，在对照组的雌配子体中也有，但是很少数(图1—3)。

还有，拉长的单细胞在“海青三号”品种的1毫克组和10毫克组，数量特别多（表4)。这些细胞一般经过2—4天大都通过有丝分裂，长成多细胞丝状体。这表明维生素C有刺激有丝分裂的效应。

多细胞丝状体的数量，随着所用维生素C的剂量提高而增加。用维生素C处理两次和三次的，又都比只处理一次的，所长成的丝状体数量更为增加，甚至有一部分雌配子体长成复杂的分枝体。“海青三号”的雌配子体就是这样(图2—3)。总的情况归结如表4、5。

表4　维生素C一次处理对海带雌配子体生长的影响

（处理后11天检查）

组别		个体数	单细胞*（%）	单细胞**（%）	2个细胞（%）	3个以上细胞（%）
对照	"海一"	108	92.6	0	7.4	0
	"海三"	124	80.6	12.1	7.3	0
1毫克	"海一"	113	88.5	0.9	10.6	0
	"海三"	179	55.9	26.3	15.6	2.2
10毫克	"海一"	124	80.7	2.4	16.9	0
	"海三"	183	21.3	58.5	15.8	4.4
100毫克	"海一"	147	68.0	0.7	31.3	0
	"海三"	134	3.7	9.7	11.9	74.7

* 表示雌配子体细胞呈球形或梨形。

** 表示雌配子体细胞拉长了，是有丝分裂的一种前奏。

表5　维生素C两次处理对海带雌配子体生长的影响

（在第一次处理后11天检查）

组别		个体数	单细胞*（%）	单细胞**（%）	2个细胞（%）	3个以上细胞（%）
对照	"海一"	108	92.6	0	7.4	0
	"海三"	124	80.6	12.1	7.3	0
1毫克	"海一"	107	93.4	1.9	4.7	0
	"海三"	202	16.3	49.5	22.3	11.9
10毫克	"海一"	212	50.0	2.3	38.7	9.0
	"海三"	214	9.8	16.8	46.7	21.5
100毫克	"海一"	182	38.5	1.1	54.9	5.5
	"海三"	245	9.8	14.7	24.9	50.6

* 表示雌配子体细胞呈球形或梨形。

** 表示雌配子体细胞拉长了，是有丝分裂的一种前奏。

从表4、5还可以看到另一种情况，即100毫克组连续处理两次的，特别在“海青三号”，有不规则的反应，单细胞的雌配子体数量反而增加了，三个以上细胞的雌配子体数量反而减少了。原因不明。但无论如何，这是暂时的现象。以后继续的观察表明，连续处理两次的，雌配子体都长成多细胞丝状体。



图1 海带“海青一号”雌配子体对维生素C的反应情况(×600)
处理后10天观察。对照组雌配子体是单细胞的，呈球形或梨形；
处理组出现广泛的变异，往多细胞丝状体发展



图2 海带“海青三号”雌配子体对维生素C的反应情况(×600)
上图是维生素C处理一次后经过10天观察。下面是处理两次，
在第一次处理后第12天观察。可以看到两次处理的雌配子体形
成的丝状体比较复杂

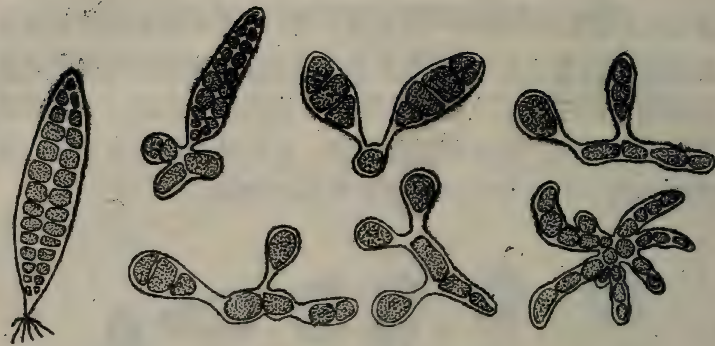


图3　海带雌配子体对维生素C的反应情况（×600）

这是两个品种海带的配子体经过维生素C两次处理，在第一次处理后20天观察的情况。这时对照组已全部长成幼孢子体。1毫克组和10毫克组也出现一些孢子体，但是"海青三号"100毫米克组尚未出现孢子体，"海青一号"100毫克组有一部分丝状体出现排卵现象。上一排图是"海青一号"，下一排图是"海青三号"

（3）在100毫克组，与雌配子体细胞增大的同时，也看到细胞的色泽稍为淡些。但从继续的观察知道，这些细胞是健康的，它们以后都能成熟排卵，受精后长成正常的孢子体，而且，维生素C的处理一停止，经过1—2天，细胞的色泽即恢复正常。

至于海带雄配子体，它们原来都是多细胞丝状体，细胞较小，色泽较淡。经过维生素C的处理，其丝状体的分枝更为复杂，但也未见有不良的反应。

2. 维生素C对发育的影响

我们观察维生素C影响海带雌配子体发育的主要标志，是检查雌配子体是否改变了排卵的时期。这可以随机地计算同一玻片上若干视野中所看到的雌配子体和幼孢子体的数量，由此来比较处理组和对照组雌配子体的成熟差异。已经知道[3]，海带雌配子体一经排出卵子，即行受精，成为受精卵。这是孢子体的开始。

因此，在计算雌配子体和孢子体的数量中，我们把受精卵归入孢子体的范围。

表6　维生素C处理一次对海带雌配子体发育的影响（处理后18天检查）

组别		个体数	雌配子体(%)	孢子体(%)
对照	"海一"	108	7.4	92.6
	"海三"	100	0	100
1毫克	"海一"	114	8.8	91.2
	"海三"	124	19.4	80.6
10毫克	"海一"	112	8.9	91.1
	"海三"	152	34.2	65.8
100毫克	"海一"	163	37.2	62.6
	"海三"	120	89.2	10.8

表7　维生素C处理两次对海带雌配子体发育的影响
（第一次处理后18天检查）

组别		个体数	雌配子体(%)	孢子体(%)
对照	"海一"	108	7.4	92.6
	"海三"	100	0	100
1毫克	"海一"	121	49.6	50.4
	"海三"	105	95.2	4.8
10毫克	"海一"	111	90.1	9.9
	"海三"	104	96.2	3.8
100毫克	"海一"	100	100	0
	"海三"	100	100	0

从表6可以看到，用维生素C处理海带配子体，在整个实验期中，只处理一次的，其对雌配子体发育的影响，在“海青一号”只见于大剂量一组，在“海青三号”则各处理组都有反应。这表明，“海青三号”比“海青一号”的雌配子体对维生素C较为敏感。这是不同品种在发育上有不同的反应。

如果在实验中经过两次处理的，那么可以看到维生素C对配子体发育的影响，更为明显（表7）。

从表7可以看到，连续处理两次的，不论哪一个品种的雌配子体的发育都有明显的反应，成熟期都大大地推迟了。特别是大剂量（100毫克）一组，两个品种的雌配子体在第一次处理后18天观察，都停留在生长阶段，不能成熟排卵。这时的对照组则大部分或全部发育成孢子体了。

而且两个品种的雌配子体对维生素C的反应，仍表现差异即“海青三号”比“海青一号”对维生素C更为敏感，生长期更拉长。“海青三号”有一部分雌配子体从丝状体长成复杂的分枝体（图3）。

在大剂量组即100毫克组，只用维生素C处理一次的，两个品种的雌配子体成熟排卵的时间表现出差异。“海青一号”在处理后11天开始有一部分成熟排卵，而“海青三号”在处理后18天才开始有一部分成熟排卵。分别比对照组推迟成熟4—10天。

还有，两个品种雌配子体虽然是多细胞丝状体，但每一个细胞都能先后膨大，成熟排卵。“海青三号”在处理后24天，“海青三号”在处理后28天才全部长成孢子体。

在连续处理两次和三次的实验中，看到雌配子体有进一步推迟排卵的明显倾向。在采孢子后50天（即第一次处理后36天）观察时，受到三次处理的“海青一号”雌配子体已全部排卵，而“海青三号”仍有一部分雌配子体尚未成熟排卵，保持健康的丝状体或分枝体，连续处理三次的，在海青三号”大约可以推迟成熟1个月。

1973年11月，我们用普通海带做实验材料。实验包括三组：对照组、25毫克组和100毫克组。在实验中，一共处理两次。实验的结果与上面对两个品种的观察是一致的，处理组的雌配子体的成熟大大地推迟了（表8）。这表明维生素C对海带配子体的发育有抑制作用。

表8 维生素C处理两次对普通海带雌配子体发育的影响

（第一次处理后12天检查）

组别	个体数	雌配子体（%）				胞子体（%）
		单细胞*	单细胞**	2个细胞	3个以上细胞	
对照	111	2.7	3.6	15.4	3.6	74.6
维生素C 25毫克	124	0	12.1	62.9	21.8	3.2
维生素C 100毫克	121	0	15.7	55.4	28.9	0

* 表示雌配子体细胞呈球形或梨形。

** 表示雌配子体细胞拉长了，是有丝分裂的一种前奏。

讨论

关于海带雌配子体在环境影响下所发生的变异，已有过一些观察。吴超元等[3]的观察指出，海带雌配子体在适温（10℃）条件下，每日光照10小时，大都是单细胞的；如果每天光照改为19—24小时，则有一部分雌配子体会长成多细胞丝状体。任国忠等[2]的观察指出，在较高温度（例如20℃）的条件下，有一些雌配子体会长成2—4个细胞的细胞团。我们在实验室里也观察到若干物理条件和化学品可以引起海带雌配子体的变异。例如，我们

曾观察到在11—17℃的条件下，其他培养条件照常，有相当多的雌配子体长成多细胞丝状体和分枝体；很弱的光也可以引起丝状体的形成；碳酸氢钠、硼酸钠等也可以引起丝状体的大量出现。这些条件如果与维生素C结合在一起，变异又更广泛（未发表材料）。这方面的工作，我们结合细胞遗传学的研究，还在进行中。

本实验用维生素C处理海带早期配子体，培养在10℃以下的低温条件下，可以引起雌配子体的广泛变异。特别是维生素C浓度较高的情况下，雌配子体所发生的变异是很复杂的，是以前未曾记录过的。由于我们选用了两个品种海带雌配子体进行实验，就更容易区别变异的类型。这里既有一定变异，也有不定变异。

例如，本实验的材料表明，两个品种海带雌配子体，经过维生素C处理，细胞大都增大了，并促进了有丝分裂，使雌配子体往多细胞丝状体方面发展，延长了生长期，推迟了发育。反复实验多次，都是如此。这些是一定变异。这表明这两个品种和普通海带有基本相同的遗传基础，所以对同一外界条件有相似的反应，即有相同的表现型。

但不同品种的雌配子体能够形成多细胞丝状体的数量，差别很大。例如，经过100毫克维生素C处理两次的雌配子体，它们在同样时间内能够长成3个以上细胞的丝状体的，在“海青三号”为50.6%，而在“海青一号”只有5.5%(参阅表5)。在同样条件下，“海青三号”的雌配子体有一部分（不是全部)会长成分枝体（图3)，但在6个星期的实验时间内未见“海青一号”的雌配子体长成分枝体。另一方面，同一品种的不同雌配子体的反应也彼此差异很大。有少数雌配子体在采孢子后22天，还保持单细胞状态。这已不是一般的球形或梨形细胞，而是拉长了的细胞，里面没有细胞壁。而大部分雌配子体则长成多细胞丝状体或分枝体。这是不定变异。这表明这两个品种之间以及同一品种内部的雌配子体的遗传基础彼此有所差异，所以反应不一致，有不同的表现型。

毛主席教导我们：**“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”**我们所观察的海带雌配子体的变异正是这样。由于变异（表现型）是通过新陈代谢而实现的，而新陈代谢既受基因型即遗传基础（内因）的制约，也受环境条件（外因）的影响。因此，基因型的差异和环境的变化都可以影响新陈代谢，从而引起变异。但环境能够引起生物发生什么变异，是以基因型为根据的。

另一方面，从实验结果可以看到，同一基因型的海带雌配子体遇到不同浓度的维生素C，有不同的反应，出现不同的表现型，例如细胞数目不同的各种丝状体甚至分枝体。这是遗传学上的反应规范问题[9]。海带雌配子体的反应规范是很广泛的（参阅图1—3），这意味着海带雌配子体的表现型有很大的可塑性。

从维生素C能促进海带雌配子体的有丝分裂来看，这种外界条件可能有利于核酸的合成。已经知道，脱氧核糖核酸(DNA)的合成是发生有丝分裂的前提。

由于维生素C对海带雌配子体的生长有促进作用，对其成熟排卵有推迟作用，这就为某些方面的实践提供了便利的条件。我们的实验室正在利用维生素C能促进有丝分裂的特点来进行一些细胞学工作。据Abe[4]的初步观察，海带的单倍体染色体是n＝22，但Evans[6]则认为所有海带属的各物种染色体基本上都是n＝31。我们正在利用维生素C引起海带雌配子体有丝分裂的效应，来探讨海带的染色体数目。

还有，经过维生素C处理后，配子体的生长期可以大大延长，而雌配子体又大都长成丝状体。这样，个体变大了，便于人工分离。这为育种工作特别是远缘杂交和单倍体育种，提供了有利的条件。目前我们的实验室也在利用维生素C的这种效应，对海带进行单倍体的探索性工作。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带遗传和育种的研究。高等学校 自然科学学报，生物学版，第四期。

[2] 任国忠，1962。配子体的生长发育与环境条件的关系．《海带养殖学》 曾呈奎、吴超元主编，科学出版社，72—95.

[3] 吴超元、索如瑛，1962。形态、生殖和生活史。同上书，14—33.

[4] Abe, K., 1939. 引自 Growth, ed. by P. L. Attman and D. S. Dittmer. *Fed. Amer. Soc. Exp. Bio.* 1962 USA. 28—29.

[5] Bailey, N. Y. T., 1959. Statistical Methods in Biology. The Eng. Univ Press LTD London, 31—42.

[6] Eva[illegible] V., 1966. The Phaeophycaae, in The Chromosomes of the A[illegible] ed. by M. B. E. Godward Edward Arnold (Publishers) LTD London.

[7] Hewitt, E. T., 1963. The essential elements: requirements and interactions in plants, in Plant Physiology ed. by F. C. Steward, Vol. III, Academic Press, N. Y. 137—360.

[8] Kylin, H., 1942. Influence of glucose, ascorbic acid, and heteroanxin on the seedling of *Ulva* and *Enteromorpha*, Kgl. Fysiograf. Sällskap. i Lund Förh, **12**: 135—148.

[9] Strickberger, M. W., 1968. Genetics. The Macmillan Company, N. Y. 184—186.

本文合作者：江乃萼

海带孤雌生殖的初步观察

摘　要

本实验对海带雌配子体成功地进行了分离培养，由此诱发起孤雌生殖。孤雌生殖所长成的孢子体有一部分是正常的，大部分是畸形的。从细胞学观察证明其染色体是单倍体。但这种单倍体孢子体中有些孢子体的某些细胞是二倍体，有些孢子体的某些细胞是多核的，有些孢子体的某些细胞有巨核的现象。这大概是造成畸形的主要原因；第二，造成畸形的原因可能与孢子体细胞中存在染色体组的染色体缺少或不分离有关；第三，造成畸形的另一原因可能是单倍体的隐性基因能够得到表现。海带在人工条件下孤雌生殖的成功，为育种工作开辟了新途径。

前　言

植物的单倍体育种是一条快速育种的新途径，对育种方法是又一次重大的技术革新，大有发展前途。这在菸草、小麦、水稻等作物中用花粉培育单倍体已取得成功(1972)[1]。海藻孤雌生殖已有初步报道，Shreiber(1930)[8]在海带属的欧洲两个物种和Yabu(1964)[10]对海带目的九个物种，其中包括海带(*Laminaria japonica* Aresch.)在内，也已在实验室内观察到孤雌生殖，他们发现这些由孤雌生殖所长成的孢子体绝大多数在形状上是畸形的。他们对这种孢子体未进行细胞学观察，对染色体是否是单倍体未进行探讨，这种单倍体是否利用前途也未加考虑。Nakahara等(1973)[7]用厚叶翅藻（*Alaria crassifali*）的雌雄配子体分别实验，曾培育出单倍体的孢子体，也大多数是畸形。

海带是我国重要的经济海藻之一，也是我国海产养殖中最早实现养殖现代化的一种海藻。海带育种工作在我国已开始多年（方

宗熙等，1962、1965)[2,3]。但海带由孤雌生殖所长成的单倍体孢子体，是否如上述研究者所说的，绝大多数都是畸形？是否可作为育种方法之一？有探讨的必要。

本实验在于探讨如何用人工方法引起海带孤雌生殖，观察由孤雌生殖所长成的孢子体是否单倍体，有多少畸形，是否有利用前途。

我们的工作开始于1973年11月，1974年又重复了一次，现在还在继续进行中。现将所取得的一些初步结果简作报道。

材料和方法

1. 孢子的采集和培养

种海带用消毒海水冲洗，再用7‰的碘化钾浸泡20分钟，进行消毒。然后阴干刺激4小时以上，促使种海带大量放散孢子。将玻片放入孢子水中，待孢子附着于玻片上后，取出玻片进行培养。胚孢子培养了4天之后，即萌发成配子体。注意附着的孢子密度要稀些，便于以后的分离工作。

培养液用煮沸过的海水，再加磷和氮的营养盐(KH_2PO_4-P, 0.38ppm 和$NaNO_3$-N, 3.96ppm)。培养液充分冷却至少经过1天才使用，使它含有充分的空气。每张玻片培养在含有培养液100毫升的玻璃容器中，每1—2周换一次培养液。实验室温度变化主要在6—16℃范围内。在夏天有一段时间内曾达到26℃。每天光照9—10小时，光强大约为1 000勒克斯。

2. 单个雌配子体的分离

附着在玻片上的配子体，在雌雄已能清楚区别时，就进行分离。将附着在玻片上的配子体，用玻璃管或刀片轻轻挑动，使其脱离玻片。再用玻璃吸管吸出，放在玻璃皿中。加入培养液，对

配子体的密度进行适当稀释。然后用微细玻璃吸管吸取微量带有配子体的液体滴在载玻片上。在显微镜下观察，若是玻片上确实只有单个雌配子体，就立即加一滴培养液，放入培养皿中。同时对培养皿加入一些消毒海水，使载玻片底部周围浸在水中，然后用培养皿的盖子盖住，使单个雌配子体的培养液浓度基本上保持不变。经过2天左右的培养，雌配子体即重新附着于玻片上。然后取出玻片，轻轻放在培养液中培养。

有丝分裂的促进：已知若干理化条件可以引起雌配子体有丝分裂（未发表材料）。我们在实验中，主要用维生素C和改变光强来引起有丝分裂。例如，每隔2—3天用50毫克的维生素C处理配子体两次，以引起雌配子体进行有丝分裂，使配体长得大些，便于分离。单个雌配子体分离培养后，即长成复杂的多细胞丝状体。如果将其切割，分成若干部分，分别培养，同样能促进有丝分裂。

3. 细胞学方法

目的在计算染色体数目和观察有丝分裂是否正常。材料用3.1的无水酒精冰醋酸固定12—24小时，在自来水中浸泡30分钟后进行压片。染色曾用以下方法：70％的醋酸溶液中溶入2％的地衣红、Belling氏的铁醋酸洋红或Wittmann氏的醋酸铁苏木精水合氯醛溶液[9]。然后进行细胞学观察。

实 验 结 果

1. 雌配子体在分离条件下的生长

分离培养的单个雌配子体细胞一般都能进行有丝分裂。这与雌雄配子体混合培养的情况有明显的不同。在有雄配子体的情况下，如果条件适宜，如温度在10℃左右，营养条件照常，雌配子体大多是单细胞的（图版I:1）。在分离培养下的雌配子体，起初长成多细胞丝状体。在1—2个月内，一般可长成由30—50个以上

细胞所组成的分枝体。时间愈长，细胞数愈多。有的雌配子体可含有数百个以上，甚至数千个以上的细胞，形成复杂的簇状体(图版I:2)。通常用肉眼就可看到玻片上的深色小点。分离培养的雌配子体，一般分离越早，细胞分裂愈多，所含的细胞数量越大。在配子体发育的后期进行分离培养，则细胞分裂较少，甚至不分裂。但也有例外，我们曾发现在配子体发育后期所分离的雌配子体，有个别个体可以长成多细胞分枝体，雌配子体细胞的成熟排卵与细胞分裂有关。大体上是这样：雌配子体细胞分裂越多，排卵时间就越推迟。但是在一个多细胞分枝体的雌配子体上，有的细胞开始膨大，成熟排卵，甚至长成孢子体，其他细胞还在继续分裂（图版I:3)。

分离培养成多细胞丝状体或分枝体的雌配子体，一般都附着在玻片上。但是随着细胞数目的增多，有的分枝体的一些分枝则断落游离在培养皿内，或者由于丝状体配子体细胞一部分成熟排卵后，把一些丝状体细胞分隔成小段。这些细胞可继续生长发育，成为一个独立的丝状体。这些配子体有的细胞附着在玻片上，有的则脱离玻片而漂浮在培养液里。这些丝状体经过一定时间的细胞分裂，在培养皿内可以看到许多深色小点。

2. 孤雌生殖的出现

雌配子体生长到一定程度，就成熟排卵。有若干条件可以引起成熟，首先是温度。温度在6—18℃范围内培养的雌配子体细胞都能进行正常的有丝分裂。但温度升高到20℃以上，雌配子体的细胞分裂则受到抑制，雌配子体细胞长成细胞团，细胞呈球形，细胞壁增厚，颜色加深。但有些细胞色素体逐渐分解变少，最后死亡。当温度达到26℃时大部分配子体的细胞解体，然而也有一小部分配子体细胞仍能存活。温度在18℃时，雌配子体能形成卵囊，但未发现排卵的情况。温度在16℃以下时，雌配子体能正常成熟，进行排卵和发育成单倍体孢子体。

雌配子体细胞的成熟可在丝状体的任何细胞上发生。大体上开始从端部细胞排卵，紧接着丝状体其他细胞成熟排卵。未受精的卵子，很容易脱离卵囊，变成游离的卵子。经过2—3天后，大约有一半卵子破裂解体，有一半以上卵子则进行孤雌生殖(表1)经过细胞分裂，长成孢子体（图版Ⅰ:3、4)。孤雌生殖所形成的孢子体，大多数个体的形态不正常，而成畸形（表1)。这种不正常的形态，在孢子体发育的各个阶段都能见到（图版Ⅰ:5)，甚至有的个体在2—4个细胞阶段就可以看出细胞大小和形态极不对称。当孢子体生长到一定程度，有的个体柄部较长(图版Ⅱ:1)，有的则无柄(图版Ⅱ:2)。也有的个体边缘的细胞分化成多个假根和柄(图版Ⅱ:4)。总的说来，畸形孢子体的形状是极其多样，但多数是不规则的叶状体。单倍体孢子体在各个阶段都有退化的现象。但一般生长发育到1个多月以后，很多孢子体在端部或叶片中心的细胞颜色变淡，细胞逐渐死亡。随着死亡细胞的增加，孢子体最后也完全解体。也有部分孢子体生长发育正常，与受精后发育的孢子体没有区别。这些单倍体孢子体分化成假根、柄部和多层细胞的叶片(图版Ⅱ:3)。现在孤雌生殖的孢子体已在实验室内培养到10毫米。

表1　排卵及孢子体发育情况

组　别	总　数	退化卵(%)	总　数	畸形孢子体(%)
孤雌生殖	149	41.61	474	79.96
对照（♀♂混合）	136	6.62	191	7.33

3. 细胞学观察

对孤雌生殖的孢子体进行细胞学观察，一般说来，这种孢子体的有丝分裂跟正常受精后发育的孢子体没有什么区别，但也有

以下的差异：①孤雌生殖的孢子体染色体数一般都是 n=20－24个[1]，受精的孢子体细胞的染色体数2n=40－45 个；②孤雌生殖的某些早期发育的畸形孢子体，细胞分裂很不对称，有的细胞巨大，有的细胞很小，在大细胞中有巨核的现象(图1)；③孤雌生殖的孢子体的某些细胞中有多核的情况（图2）；④孤雌生殖的孢子体的某些细胞其染色体数属于2n的类型（图3）。

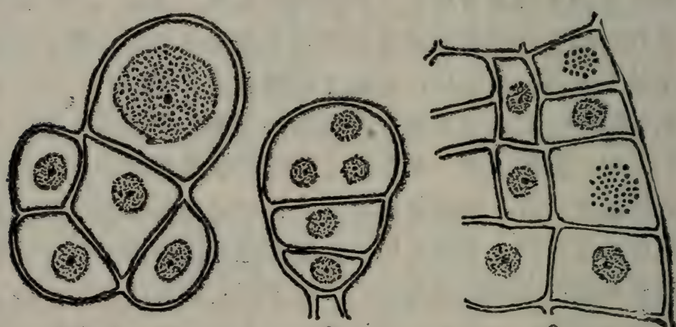


图1　孤雌生殖发育成 5 个细胞的孢子体，示巨大细胞的巨核(×600)

图2　孤雌生殖发育成 3 个细胞的孢子体，示较大细胞中具有三个核（×600）

图3　孤雌生殖的孢子体，示单倍体和二倍体（×1500）

讨　　论

根据本实验的结果，提出以下问题讨论。

1. 海带孤雌生殖成功的条件

在正常培养条件下，把海带雌配子体一个一个分离单独培养，是引起孤雌生殖的首要条件。分离培养至少有两个效应。第

1）Abe (1939) 和Yabu(1973)认为海带的染色体 n=22，而 Evans (1966) 认为n=31。究竟是多少，本文作者将另文讨论。

一，延长了雌配子体的生长期，容易引起有丝分裂，推迟了成熟；第二，为孤雌生殖提供条件。

海带的雌雄配子体一般生长在一起，基本上都同时成熟，发生受精作用。这大概由于彼此分泌某些物质发生相互影响。分离培养使这种相互影响不可能发生。

2. 海带雌配子体的生长和成熟问题

从本实验可以看出，海带雌配子体生长和成熟是两个相互联系而又彼此有所区别的过程。引起雌配子体有丝分裂，这主要是生长问题。而成熟是另一回事。单细胞和多细胞雌配子体都能成熟排卵。海带雌配子体的成熟排卵既有内因问题，又有外因问题。内因是雌配子体细胞内部的生长需要发展到一定水平，才能成熟。外因，在正常培养条件下，首先是温度。海带雌配子体在低温实验室条件下，大多是单细胞的，很少进行有丝分裂。已知若干外界条件可以引起雌配子体的有丝分裂。如较高温度(20℃)可以引起雌配子体长成2—4个细胞的细胞团（任国忠，1962）[5]。不同的营养盐也可促进雌配子体的细胞分裂（Yabu）。维生素C是引起雌配子体有丝分裂的有效物质（方宗熙等，1974）[4]。我们从实验知道，连续光照，弱光和其他若干条件也能引起雌配子体的细胞分裂。Schreiber 和 Yabu 发现分离培养的本身就能大大促进有丝分裂，我们的观察与他们的实验是一致的。同时，我们还发现，分离时间愈早，雌配子体细胞分裂就愈多，相应地其发育则有所推迟。雌配子体分离培养得愈晚，雌配子体的细胞分裂就愈少，发育的时间则加快。这大概是雌雄配子体在一起生活的时间越长，彼此所产生的一些物质促进彼此的成熟已达到较深的程度。

引起有丝分裂在本实验中很重要。它使雌配子体的个体较大，便于准确分离，便于检查，这样可以加快分离速度。另一方面，雌配子体都长成多细胞丝状体，每一个细胞都可能成熟排卵，这样有

较多的机会进行孤雌生殖。

海带在正常条件下，一般要在18℃以下才能成熟，以后经过受精而长成孢子体[5]。Nakahara 等认为从厚叶翅藻的雌配子体培育出单倍体的孢子体，成功的关键在于改变培养的温度，即在培养的某一时期，从14℃降低到10℃，才能使配子体发育成孢子体。我们的实验结果与此一致，即所培养的雌配子体必须在较低温度下，才能成熟排卵。我们发现引起成熟的适宜温度在16℃以下，在18℃以上未发现排卵的情况。

3. 海带孤雌生殖所产生的孢子体是否是单倍体

海带由孤雌生殖所产生的孢子体按理应是单倍体。但在高等植物中单倍体经过细胞分裂，染色体有自然加倍的现象[1]。海带的情况如何呢？这需要探明。Yabu等对此未进行细胞学分析。我们从细胞学分析知道，由雌配子体育成的孢子体基本上是单倍体。其证据是孤雌生殖的孢子体细胞染色体一般是n＝20—24个。然而，在某些单倍体孢子体细胞中，偶而发现个别细胞含有2n染色体的情况，这可能是自然加倍的结果。

4. 孤雌生殖所长成的孢子体是否正常问题

Kemp 和 Cole(1961)[6]在雌雄混合培养的单囊巨藻(*Nereocystis luetkeana*)中发现了孤雌生殖所形成的一些孢子体染色体为单倍体，并发现有些孢子体细胞是多核的。他们认为：单倍体孢子体的核分裂是以一种畸形的方式进行的，并且细胞分裂与核分裂在某种程度上不是同步的。这些不规则的变化，在生长期间，受一些多核细胞的限制，结果长成畸形植物。Nakahara等对厚叶翅藻单倍体孢子体的观察也发现多核细胞的情况。在我们的观察中，得到正常的单倍体孢子体比较多得多，可达23%左右。这是一。第二，除了发现有些单倍体孢子体的个别细胞是多核细胞外，还在某些孤雌生殖的孢子体细胞中发现巨核的细胞，

另外也有某些单倍体孢子体中有些细胞属于二倍体染色体。这说明某些孤雌生殖所长成的孢子体的细胞分裂与核分裂有不同步性现象。因此，我们认为畸形孢子体的出现，有以下的原因：一是孢子体形成嵌合体，即同一孢子体的不同细胞，存在着单倍体和二倍体，或者有巨核细胞和多核现象。二是由于孤雌生殖的孢子体中可能存在染色体组的某些染色体的缺失或不分离。这就是为什么在同一雌配子体所发育成的孢子体中，在形态上也有多种多样和有相当部分的孢子体在发育的不同阶段出现退化。三是由于所用的种海带具有杂种性，而单倍体的孢子体只有一套遗传物质，不同孢子体有不同的遗传内容，但都没有显性基因掩盖隐性基因的情况，所以孤雌生殖的单倍体海带的某些有害隐性基因，可以得到充分的表现。这可能是引起畸形和有相当数量的孢子体退化的原因之一。未经受精的卵子约有一半数量不能进行孤雌生殖，可能跟不同的单倍体有不同的内因有关。

5. 孤雌生殖成功的机理

在植物和动物中都有孤雌生殖现象。我们认为，海带孤雌生殖之所以成功，跟其他生物孤雌生殖成功的机理一样，即海带的卵细胞具有一套染色体，其遗传物质基础是完整的，因此它有发育成完整个体的可能性。只要遇到适宜条件，外因通过内因而起作用，这种可能性就能实现。

研究雌配子体的分离培养和孤雌生殖的成功，为海带育种开辟了一个新途径。可能由此培育出有利用前途的、稳定的海带新品种，也为杂种优势的利用和远缘杂交的进行提供了条件。

参 考 文 献

[1] 中国科学院植物研究所，1972。单倍体育种资料集，第一集。科学出版社。

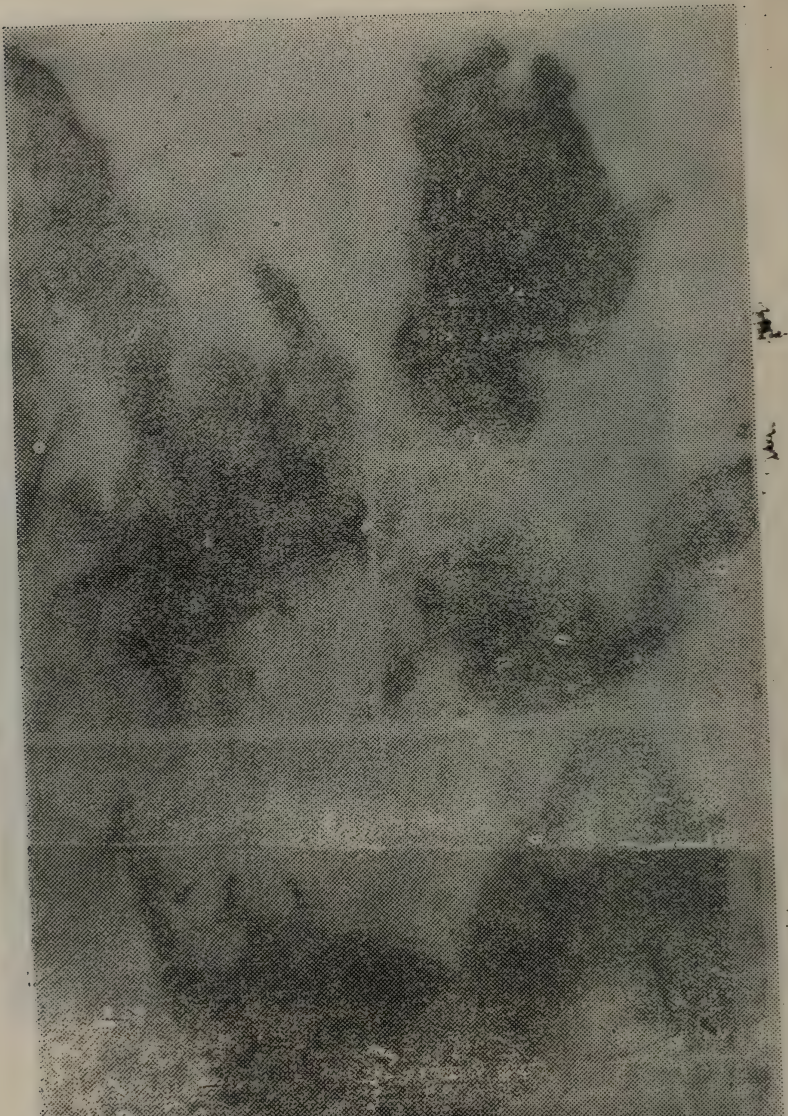
[2] 方宗熙、吴超元、蒋本禹，1962。海带“海青一号”的培育及其初步的遗传分析。植物学报，10 (3).

3　方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带遗传和育种的研究。高等学校自然科学学报（生物学版），第四期。
[4]　方宗熙、江乃萼，1974。海带雌配子体对维生素 C 的反应。植物学报，16 (4).
[5]　任国忠，1962。配子体。（见曾呈奎、吴超元等著：海带养殖学。科学出版社。）
[6]　Kemp, L. and Cole, K., 1961. Chromosomal alternation of generations in *Nereocystis luetkeana* (Mertens) Postels and Ruprecht., *Can. J. Bot.*, **39**: 1711—1724.
[7]　Nakahara, H. and Y. Nakamura, 1973. Parthenogenesis, apogamy and apospory in *Alaria crassifolia* (Laminariales). *Marine Biol.*, **18** (4): 327—332.
[8]　Schreiber, E., 1930. Untersuchungen über Parthenogenesis, Geschlechtsbestimmung und Bastarungsvermögen bei Laminarien. *Planta*, **12**: 331—353.
[9]　Wittmann, W., 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Tech.*, **40**: 161—164.
[10]　Yabu, H., 1964. Early development on several species of Laminariales in Hokkaido. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **12**: 1—72.

本文合作者：戴继勋



1.在正常条件下培养24天，示单细胞的雌配子体及其受精后所生长的孢子体；2.培养了三个多月的雌配子体，发育成丝状簇；3.培养了三个多月的雌配子体，可以看到排卵和孤雌生殖的孢子体；4.培养了50多天的雌配子体，可以看到排卵和孤雌生殖的孢子体；5.培养了六个月的雌配子体，可以看到由孤雌生殖所生长的孢子体，有一部分在形态上表现畸形



1.由孤雌生殖的孢子体的生长情况，有些孢子体具有较长的柄部；2.由孤雌生殖所长成的畸形孢子体，无柄部；3.由孤雌生殖所长成的孢子体，形态发育较正常，分化为几层细胞的叶片、柄部和假根；4.由孤雌生殖所长成的畸形孢子体，叶片细胞分裂不规则，并有多个柄和假根

略谈生命的属性

——评莫诺的《偶然性与必然性》

前　　言

生命有什么属性？对这个问题的看法，历来存在着两条不同的认识路线，反映两种不同的世界观。生机论者认为生命是由非生命物质加上超自然、超物质的因素构成的，而这超自然的因素在那里发挥主导作用，离开它，生物体就失去了生命。这是唯心主义的生命观。另有人认为生物跟非生物没有本质上的区别，生命现象完全可以还原成理化作用甚至机械运动。这就否认了生命起源中的质变、飞跃。这是“还原论”，是机械唯物主义的生命观。辩证唯物主义根据科学事实，既反对生机论，也否定机械唯物主义的生命观。恩格斯在《自然辩证法》里指出：“**生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢。**”他在《反杜林论》里又指出：“**生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。**”把新陈代谢看做生物有机体最基本的生命过程，把生命看做蛋白体的运动形式，这就是辩证唯物主义的生命观。其他一切生命特征、生命属性，例如细胞的刺激感应性、收缩性和生殖等等都是在新陈代谢的基础上进行的。这因为“**这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解**”。

现代生物学，包括分子生物学在内，完全支持辩证唯物主义的生命观。现代生物学阐明了生命的物质基础是以核酸和蛋白质

为主要成分的一种复杂的物质体系即原生质，是从非生命物质长期发展而来的。它一般都以细胞作为基本的结构单位和功能单位，都以新陈代谢作为最基本的生命属性。现代生物学阐明了核酸尤其是去氧核糖核酸（DNA）是主要的遗传物质，是遗传信息最基本的贮存所。这是说，DNA是细胞里的主要的信息源，而蛋白质包括酶在内是遗传信息的表现工具或工作工具。这因为离开核酸信息源，就不能有一定的蛋白质。没有蛋白质，细胞的生命过程就不能进行。而细胞新陈代谢的各种生化过程都要有酶的干预。离开酶，离开蛋白质，生命就完结。

分子生物学者莫诺对生命的属性有自己的特殊看法。他曾参加发现了比基因更大的一个遗传单位即乳糖操纵子，阐明了结构基因受调节基因所制约的一些情况[8]。1971年他发表了一本引人注目的小册子《偶然性与必然性》[9]。他站在形而上学的唯心的立场上，歪曲现代生物学的某些成就，肆意诬蔑唯物辩证法。他胡说什么整个宇宙的基础是偶然性，说生命的起源和发展以偶然性为基础。他怎么得出这个结论呢？他是从研究生命的属性开始的。他对生物和非生物的区别进行了分析后宣称：他发现了生物从宇宙其余部分相区别的最普通的属性。他发现了生命的什么属性呢？他说："我们找到了三种属性：目的性、自主的形态发生和生殖的不变性。"（第23页）

这些是生命的属性吗？这符合生命自然界的客观实际吗？我们就来讨论这些所谓生命的属性吧。

生命与目的性

现代科学告诉我们，除了人类以外，一般生物的生活是谈不上目的的。这因为目的跟意识作用分不开。但莫诺却认为一切生命都有目的。他说："每一生物所制造的产物都以特别清楚的方

式表现了一切生物所共有的一个特征：目的或计划。"（第20页）
他指出，生命的目的性表现在生物体的一切结构、功能和活动都赋有目的，都是为着实现一定目的而出现的，都在完成一定的设计或计划。

什么计划或目的呢？莫诺给他所说的计划下了这样的定义："这个计划就是构成物种特征而可以一代一代传下去的不变的内容。因此，对于成功地实现这重要计划的一切构造、功能都被称为合目的的事物。"（第24页）他指出，这好比蜜蜂所造出的蜂窝就是一种目的的产物一样，眼睛也是根据一定的目的而出现的。

依他看来，生物每一个个体就体现一个计划，"每一个个体的计划，不管是什么，只有成为一个更为广泛的计划的一部分时，才有意义。生物所有功能上的适应，象生物所创造出来的产物一样，都是为着实现特定的计划的。许许多多的生物计划可以看做是一种独特的原始计划的许多侧面或零碎部分，这个原始计划的目标就是物种的保存和繁衍。"（第24页）这是多么独特的见解！这是多么露骨的目的论！

他甚至说："每一个细胞的'梦想'，就是要变成两个细胞。"（第29页）这不就是赤裸裸的目的论吗？依他看来，细胞在生活中有个目的作为指导，这目的就是为了细胞分裂。他指出，每一个个体生活的目的就是为了产生后代，个体甚至可以牺牲自己。所以许多生物产生后代以后就死亡了。

现在要问：细胞或一般生物的个体的生存就是在追求实现某种目的吗？是根据某些抽象的目的而活动的吗？

不是，完全不是。我们可以从许多方面来驳斥莫诺的这个神秘论点。这里只着重谈几方面的情况。

先谈突变。莫诺是研究过大肠杆菌乳糖操纵子及其突变的，并在突变问题上大作文章，说什么突变的基础是偶然性，说什么生物是利用偶然的突变来实现祖先的目的或计划的。这是企图用偶然性来否定唯物辩证法的真理性。我们将在另一篇论文里讨论

这个问题，我们将提出理由来说明突变的基础是必然性，而偶然性只是现象。这里要着重讨论的是乳糖操纵子的目的性活动问题。依他看来，乳糖操纵子的活动具有既定的目的。是这样吗？众所周知，突变的效应是多种多样的。有的突变有利于生存，有的突变不利于生存。而有害突变是广泛存在的，不是个别的。这种情况合乎什么目的呢？比方说，大肠杆菌的乳糖操纵子中有个操纵基因，如果发生了突变，不能接受抑制物（一种蛋白质）了，那末半乳糖苷酶基因就会不断地进行转录，产生出相应的信使RNA(mRNA)；由此通过翻译而不断地产生出半乳糖苷酶。这时的环境里虽然没有乳糖可以利用，并不需要这种酶。这不是无的放矢的活动吗？这不是很大的浪费吗？这合乎什么目的呢？这不是说明既定的“目的”受到破坏了吗？另一方面，如果这半乳糖苷酶基因本身发生了突变，不能转录出正常的mRNA，因而不能翻译出有活性的半乳糖苷酶，那末尽管环境里有大量的乳糖可以利用，它却无法享受。相反，如果环境里没有它可以利用的其他能源，它可能因此绝粮而死。在这里，目的何在呢？还有，突变的利和害是可以转化的，因为环境在变，基因之间的关系也在变，原来无用或有害的基因可以转化为有利的基因。相反亦然。在这里，既定的目的到哪里去了呢？由此可知，细胞的活动、基因的作用是受具体的内外条件所制约的，哪里有什么预定的目的可说呢？很显然，莫诺企图用乳糖操纵子的活动来支持目的论是徒劳的。一切生物的一切突变都不支持目的论。

接着谈细胞分裂。现代生物学告诉我们，细胞分裂是根据细胞新陈代谢的具体情况而进行的，也就是受许多内在条件和外界条件的制约的。在个体中哪些细胞要进行分裂是按照整体的需要的。例如，植物的分生组织在适宜条件下能经常进行细胞分裂，其他植物组织的细胞分裂则较少，或者基本上就失去了增殖的能力。动物造血组织的细胞分裂一般很旺盛，这因为血球需要不断的更新。免疫系统里的B细胞一般不进行细胞分裂。但一旦受到

相应抗原的刺激，有关的遗传信息就活跃起来，它就改变新陈代谢，膨大体积，进行细胞分裂，并转化为浆细胞，能源源不断地制造出相应的抗体来跟抗原起反应，把抗原消灭掉。神经细胞在成体里一般不进行细胞分裂，尽管有些神经细胞死亡了，它也得不到补充。在这里，细胞生活的“目的”是什么呢？是否也在千方百计地追求实现分为两个细胞呢？另一方面，任何组织的任何细胞，由于某些原因而发生遗传性的某些改变，转化成癌细胞。这癌细胞在体内如果不被消灭或限制住，它就会闹“独立性”。它具有独特的新陈代谢，会大量地吸收养料，不断地进行细胞分裂，不受整体的制约。结果就威胁到整体的生命。这不是个别细胞的“目的”跟整体的“目的”相冲突了吗？整体的“目的”不是受到破坏了吗？实际上，细胞的活动包括细胞分裂在内，并不是受根本不存在的什么计划或目的的制约，而是受当时当地的具体条件的调节。在这里起作用的是客观的生物学规律，不是目的论者所捏造虚构的什么目的要求。

再说细胞衰老问题。决定细胞衰老的是客观的生物学规律呢？还是唯心主义的目的论？现代生物学的研究指出，细胞的衰老或死亡都有具体的原因，不是象目的论者所说的仿佛注定要在何时死亡。现在有一些材料指出，细胞衰老的原因之一是细胞里的遗传信息，由于某些原因在转录或翻译中发生差错。这些差错意味着不能充分产生正常的蛋白质(酶)，从而影响到正常的新陈代谢过程。这些差错的累积就导致细胞代谢能力的降低，这就是衰老。细胞衰老和死亡的另一原因是同一个体的某一器官衰老了，这就会引起同一个体其他器官的衰老。可是如果在个体死亡以前做一些适宜的工作，可以使其他细胞得到“返老还童”。例如，曾做过实验[13]：从衰老的雌性小家鼠的体内取出卵巢，把它移植到去了卵巢的年幼小家鼠体内，这衰老的卵巢不久就恢复了青春，它又能产出卵子。等到这小家鼠衰老了，那卵巢也当然跟着衰老。这时，如果把那再度衰老的卵巢移植到年幼的去了卵巢

的小家鼠体内，那卵巢又会再度恢复青春，得到产卵能力。

在植物方面，细胞的衰老也是可以转化的。例如，我们在海带配子体的培养实验中，可以用人工方法改变配子体的寿命。海带雌配子体在低温的培养条件下大都是单细胞的。大约经过2周的时间可以全部成熟，排卵受精。得不到受精的就死亡。我们用维生素C处理海带配子体，看到雌配子体几乎全部进行细胞分裂，长成多细胞的丝状体。这大大地推迟了成熟期[1]。如果把雌配子体一个一个地分离出来单独培养，有不少雌配子体就进行孤雌生殖，长成单倍体的孢子体[5]。这不是表明雌配子体细胞的前途可以改变吗？这哪有目的论的立脚地呢？

高等植物的细胞也是这样。大家知道，花粉不跟卵子结合，都要死亡。现在采用花粉培养的方法，不仅可以延长花粉的寿命，而且可以引起不断的细胞分裂，由此长成单倍体植株。我国科学工作者在这方面做了大量的工作[2-4]，由此培育出烟草、水稻、小麦等优良品种，并且已经在生产上发挥了作用，受到广大贫下中农的欢迎。

从一棵衰老的树上，取下枝条，让它长出根来，独立生活。它的前景如何呢？是不是跟老树一样快要死了呢？不是。它会在新的条件下很快地恢复青春。它会长出新的枝叶，以后还能开花结果，生活很多年。等它老了，从那老树上取下枝条，重复上面的营养生殖工作，它又会恢复青春[14]。

一年生植物如水稻等，在开花结实后，植株就死亡。可是如果在它刚要开花时，把花芽除去，这植株就会继续生活好几个月甚至几年[14]。

从以上的一些材料可以知道，细胞的衰老和死亡都有具体的原因。只要了解了衰老的原因，就可以在很大程度上控制衰老，延年益寿，达到人定胜天的目的。

由此可见，一般生物或细胞的生活，并没有什么目的可言。莫诺所提出的目的论的目的性根本不是生命的属性。细胞并不是注

定非进行细胞分裂不可，也不是注定要在何时死亡。所以宿命论毫无科学根据。跟宿命论是一丘之貉的目的论当然也就不打自倒了。

现代生物学认为适应是生物生存的基本条件，也是生命的一个重要特征。适应可以在一定程度上表现合目的性，但这不是生物有目的活动的结果，而是自然选择长期作用的产物。生物对环境的适应总是相对的，不是尽善尽美的。因此在历史过程中，适应和遗传的相互作用就导致了生物的进化，就产生出多种多样的适应。

生命与自主的形态发生

莫诺所说的自主的形态发生指的是生物通过个体发育过程所产生的适于实现一定目的或计划的形态结构。他认为这是由生物内部的力量自动地完成的，外界的力量或因素对它几乎毫无作用。所以他说，这种自主的形态发生表示"一种自动的决定性：精确、有力、对外界的因素或条件是完全的自由，外界条件虽然能够阻碍它的发育，但不能指导它的发育方向"。（第21页）这实际上是生机论者柏格森的观点。接着，他指出，这种自主的形态发生跟非生命物质的形成结晶体一样，是完全自主的，即结晶体能够形成什么样的形状是完全由内部决定的，不受条件的影响。因此，他认为自主的形态发生不能独自作为生命的基本属性。

生物的个体发育是象他所说的完全自主的吗？显然不是。外界条件对个体发育也有许多不同的影响，而且对于不同性状和不同结构的发育，影响的程度和情况有所不同。大家知道，在血型的发育中，外界影响是不显著的。另一方面，实验胚胎学早已阐明了，某些结构的形成受周围条件的影响很大。例如，脑和脊髓是由外胚层的细胞发育而来的，但需要中胚层细胞的诱导。如果在胚胎时期，从青蛙胚胎能诱导形成脑和脊髓的中胚层取出一部分细胞，把这些细胞移植到另一胚胎腹部的外胚层下面，那末这个胚胎除了在背部长出脑和脊髓以外，还在腹部受诱导的部分由

外胚层长出另一个脑和脊髓。结果出现了怪胎。已知有一些化学药品能够引起怪胎的形成。例如，铊、铬、铅和钴等可以引起鸡胚的不正常发育。铊和铬使长骨长成畸形，而铅和钴则使脑不能正常发育[10]。

某些蝾螈生长在缺少碘的淡水地区，它的蝌蚪由于缺乏碘而不能合成甲状腺素，从而不能完成变态而长期停留在幼体状态。有些种类的蝾螈在幼体时期就能产生后代。如果把碘或甲状腺素给予这种幼体，它就能完成变态。

象落地生根这等植物，再生能力很强。它的叶片如果落在潮湿的土壤上，这叶片就能往下长出根，往上长出芽，由此长成新的生命。

这些事实说明了什么呢？不是说明外界条件对个体发育可以有很大的影响吗？所以**“我们必须时刻记得列宁的话：对于具体的事物作具体的分析。”**笼统地把形态发生的自主性绝对化，是不符合客观事实的。

现代遗传学阐明了，个体和个别结构都是遗传基础和环境相互作用的产物。在这里，遗传基础是个体发育的根据，而外界条件则会或多少或地影响个体发育，甚至改变发育的方向，并没有完全自主的形态发生。所以自主的形态发生不是生命的属性，遗传才是生命的属性。大肠杆菌由于突变所产生的遗传基础的多样性，使它适于生活在多种环境中，而且在不同的环境中有不同的遗传信息在发生作用，从而有不同的表现型。这体现了毛主席在《矛盾论》里所阐述的一个唯物辩证法原理：**外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。**这因为世界上没有任何孤立的不受条件影响的事物。所以恩格斯在《自然辩证法》里指出：**“自然界中没有孤立发生的东西。事物是互相作用着的，并且在大多数情形下，正是忘记了这种多方面的运动和相互作用，阻碍我们的自然科学家去看清最简单的事物。”**当然，象莫诺这样以马克思主义为敌的人，他站在反动的立场上看问题，

表现出更加主观片面，是势所必然的。

生命与不变性

莫诺所说的生殖的不变性指的是遗传的不变性。他认为核酸DNA分子可以几乎无比准确地复制自己，而遗传密码在整个生物界又是统一的，不变的。这就出现了遗传的不变性。他说："生物能够把相当于自己身体构造的遗传信息进行复制，并传递给后代；这些信息非常有价值，因为它描述了异常复杂的体制计划，并在世代传递中保持不变。我们把这种属性叫做不变的生殖，或简单叫做不变性。"（第23页）

依他看来，由于遗传的不变性，所以生物从微观世界到宏观世界都能保持不变。例如，他指出，各门类生物的结构都有基本一致的图案，一切生物都由细胞组成，一切细胞都有共同的结构，细胞里的重要化学工作都采用同样的化学反应等等。

依他看来，各种生物在宏观水平上的构造一致性，归根到底，是基于微观世界的一致性。他指出，一切生物都毫无例外地由两类生物大分子即蛋白质和核酸所组成。"在这两类生物大分子中，蛋白质担负一切目的性的构造和活动，而遗传的不变性则是完全跟核酸相联系的。"（第27页）

他所说的核酸是DNA。依他看来，DNA分子就是生命中的最基本的不变物。他指出，在一切生物中，DNA分子从复制、转录到翻译成蛋白质，其机理都是统一的，不变的。换句话说，不变性是生命的基础。

他进一步指出，他所发现的生命的三种属性或特征不是彼此孤立的，而是相互联系的。依他看来，不变性最基本，它所代表的就是含有目的性的信息。他说："遗传的不变性只有通过器官构造的自主的形态发生来表现自己，而这些构造则是目的性的器官。"（第26页）这就是说，他所发现的（应该说是捏造的）三种

属性实际上是一种“三位一体”。在那里，不变性是基础，目的性是目标，自主的形态发生是不变性转化成目的性的手段。

这是多么完整的形而上学的唯心主义世界观！这可说是现代理论生物学的一个杰作！

要害的问题是：生殖的不变性或者说遗传的不变性是客观事实吗？

当然不是。客观事实是丰富多彩的，是善变的。我们可以从几个方面来看一看生命的变。

据估计[7]，到1962年科学上记录的动物的物种大概在一百万种以上，植物大概在30万种以上，菌类大概在4万种以上，单细胞的动物和植物大概在3万种以上，细菌和病毒大概有几千种。而未经记录的物种数目可能比这多10倍。而绝灭的物种即古生物的种类又比这要多上好几十倍。试问：这形形色色的生物类型是不变性的证据呢？还是变的铁证？！

还有，经验告诉我们，没有两只鸡完全一样，没有两匹马完全一样，没有两个人完全一样，没有两棵植物完全一样。

化学分析告诉我们，没有两种生物的蛋白质完全一样，这因为没有两种生物的DNA分子完全一样。

生理学告诉我们，所有细胞都能进行新陈代谢。但没有两种生物的新陈代谢过程会完全一样。

据报道[11]，真核细胞不论是动物的还是植物的，都有分泌的功能，而且这分泌功能都跟核糖体、内质网和高尔基体有密切关系。核糖体是合成蛋白质的场所，而内质网和高尔基体则对蛋白质和其他要分泌出去的大分子进行加工。在分泌大分子中，植物细胞主要分泌碳水化合物和蛋白质以组成细胞壁，而动物细胞主要分泌蛋白质。但不同生物所分泌的蛋白质和其他大分子在化学成分上是有所差异的。这就是说，各种生物的新陈代谢是彼此有所不同的。

由此可见，从宏观水平到微观水平，一切都在变。

事实上，从常识就可以做出判断，莫诺所说的不变性就是生物结构和功能的统一性、一致性。这原来是生命起源一元论的良好证据；而他却用来证明生命的不变性和目的性。这真是奇谈怪论。

现代生物学阐明了，变异跟遗传一样，也是生命的一个基本特征。变异是普遍的生命现象。这是说，生命是统一的，又是变化的。所以同是细胞，没有两种生物的细胞会完全一样。同是DNA分子，没有两种生物甚至两个个体的DNA分子含有完全相同的遗传信息。这因为任何生物都存在于渐变之中，都存在于进化之中。不变就往往意味着物种的绝灭。所以生物史中没有一成不变的物种。这因为环境是变化的，生物也在不断地发生变异。因此，没有一成不变的物种，没有一成不变的适应。生物要继续生存，就得在跟环境的联系中不断地改造自己，改进适应，逐渐演变。所以变是生物史的主流。这是唯物辩证法的观点。

由此可见，不变性根本不是生命的属性或特征。莫诺把生命的统一性、一致性歪曲成不变性，这不是偶然的，而是别有用心。原来他是站在反动资产阶级的立场上来反对马克思主义，反对唯物辩证法，反对社会主义的。他胡说什么“按照马克思和恩格斯看来，历史是按照一种内在的、必然的、人们喜爱的计划而展现的”。(第157页)这是对马克思主义的恶意曲解。按照马克思主义看来，社会跟其他事物一样，处于变化和发展之中，而且是按照客观规律而发展的。但莫诺却把马克思主义所发现的客观规律歪曲描绘成某种内在的即先天注定的东西。因此他认为马克思主义所说的科学社会主义是幻想，没有根据。依他看来，社会的发展是完全偶然的，历史唯物主义不是科学。一句话，他反对变，反对革命。这是问题的关键。那末他想实现或保存的是什么样的社会呢？很清楚，他想实现的是他所设想的另一种“社会主义”，这实际上是妄想使他的资本主义现状永久不变。所以他把不变性提到极高的位置，作为偶象来崇拜。他想保存的是现在人

吃人的所谓“自由”世界，好让资产阶级来自由地剥削劳动人民。这就是他和他的阶级所朝夕梦想的“乌托邦”。可惜好景不长，他的乌托邦正处在山雨欲来风满楼之中。

赫拉克利特和柏拉图

从以上的粗略分析已可清楚地看出，莫诺所提出的所谓生命的三个属性根本不是生命的属性。他怎样得到那个“发现”呢？这一方面跟他的反动资产阶级立场分不开，一方面跟他的哲学观点分不开。他的哲学观点不是凭空而来的，这跟他的阶级立场有关，跟他的哲学渊源有关。他有什么哲学渊源呢？他很欣赏柏拉图、柏格森等人的唯心主义哲学。他在《偶然性与必然性》一书里有一节的标题是：“柏拉图和赫拉克利特”。

赫拉克利特（约公元前530—470年）是古希腊的唯物主义哲学家。柏拉图（公元前427—347年）是古希腊的唯心主义哲学家。三千年来，在西欧社会里，这两个哲学家的观点代表影响巨大的两种哲学思潮。柏拉图的唯心主义在反动统治阶级里很有市场，当然也对莫诺有很大影响。他在那书里简略地讨论了这两大思潮的基本观点。他把相差一百多年的后生柏拉图放在标题的前面，这不是无意的、偶然的，而是有意的安排，是他的哲学观点的必然反映。

不消说，莫诺是喜欢柏拉图的。这因为他的一些基本观点是从柏拉图那里来的。柏拉图主张有永远不变的实体存在于宇宙的结构之中，宇宙的变化是按照一定目的而进行的，是有计划的。莫诺认为科学的主要任务就在于寻找这个不变的东西，阐明不变事物的目的性。但不变性总是基础。所以他说：“科学的基本叙述就是作为普遍的保守原理来表达的。”（第99页）他认为科学中永远存在着柏拉图的要素，如果把这个要素去掉，就会破坏科学。他说：“在无限多样性的独特的现象中，科学只能寻找不变的东

西。”（第100页）这就是科学最基本的工作。他指出，在寻找生命的不变性的同时，就可以找到目的性。

莫诺强调指出，柏拉图的哲学观点渗透到科学各部门，各学科在寻找各自的不变的事物中，就在实现柏拉图的“雄心壮志”。这又是个罕见的奇谈怪论！

这样看来，从柏拉图到莫诺，不是一脉相承吗？

不错，他们也有不少差异。因为时代不同了，科学发展水平不同了。一个是所谓现代分子生物学家，一个是三千年前不懂科学的唯心主义者。但他们都生活在阶级社会中，都居于剥削阶级的地位，都为反动统治服务，他们的哲学观点是基本一致的。

另一方面，莫诺对于主张万物皆变的赫拉克利特，以及后来发展了辩证思想的黑格尔和恩格斯，则加以冷嘲热讽。他胡说什么按照恩格斯的观点，宇宙变化是宇宙原来就存在的伟大图案的展现，整个宇宙都是根据一种普遍不变的原理而运动的，所以没有新东西出现，没有真正的创造。显然，这是对唯物辩证法的莫大歪曲。按照莫诺的意见，仿佛恩格斯否认生物进化中有创造。

不错，恩格斯认为唯物辩证法是宇宙普遍的发展规律，从非生命自然界到生命自然界和人类社会以及思维作用都表现这个规律，但各有特点。按照这个规律，量可以转化为质，所以质变、飞跃是唯物辩证法的一个重要原理。由于质变，才有新生事物的出现，才有生命，才有人类。所以在进化中必然会不断地出现新生事物和新规律，不断地有所创造。但根本没有上帝的创造。只要稍为认真地读一下《自然辩证法》和《反杜林论》，就可以了解恩格斯所阐明的唯物辩证法原理。

莫诺为什么歪曲唯物辩证法呢？为什么喜欢柏拉图而不喜欢赫拉克利特、黑格尔和恩格斯呢？他的爱憎为什么如此分明呢？

此无他，柏拉图是目的论的创始者，赫拉克利特是辩证法的奠基者，而莫诺则是目的论的忠实信徒，是唯物辩证法的敌人。所以他亲近柏拉图是事出有因，理所当然的。

毛主席指出：**“世上决没有无缘无故的爱，也没有无缘无故的恨。”**根据物以类聚，人以群分的道理，莫诺跟谁站在一边不是一清二楚了吗？他们的共同的观点是什么呢？不是形而上学的唯心的世界观吗？所以莫诺的书得到了一些唯心主义者的赞扬是可以理解的。例如，宗教信徒唯心主义者彼柯克[17]，这个分子生物学者就很欣赏莫诺的书，因为这本书在科学界引起了思想混乱，便于他浑水摸鱼，达到不可告人的目的。他不同意莫诺的某些观点，特别不喜欢莫诺所提出的宇宙发展的基础是偶然性的论点。他认为分子生物学的辉煌成就跟上帝的存在并不矛盾。他认为由于上帝，宇宙的发展才会井井有条。他认为上帝存在于宇宙之中来指挥万物的活动，不是象一般宗教家所说的上帝存在于宇宙之外来发号施令。这是说，莫诺和彼柯克从不同的角度来攻击唯物辩证法。一个片面夸大了偶然性的作用，从而否定客观的发展规律；一个把必然性交给上帝，从而取消客观的发展规律。

从以上的简略分析可以看出自然科学和哲学的密切关系。第一，自然科学是受哲学的支配的。恩格斯在《自然辩证法》里指出：**“不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。”**莫诺的情况正是这样。他戴的是柏拉图目的论的眼镜，因此他在分子生物学中从微观世界所看到的是不变，是不变之中的毫无规律的偶然变化，而这些变化又在于被用来实现某种早已定好的宇宙计划或目的。这是多么荒谬的论点。

第二，自然科学家在阶级社会里往往具有双重人格。他们在实验室里做工作时可以是唯物主义者，在做理论概括时，就可能堕入“还原论”或唯心主义的泥坑而不能自拔。所以恩格斯指出：**“许许多多自然科学家已经给我们证明了，他们在他们自己那门科学的范围内是坚定的唯物主义者，但是在这以外就不仅是唯心主义者，而且甚至是虔诚的正教教徒。”**这一方面跟社会的阶级斗争分不开，一方面跟科学的迅速发展在一些科学工作中所引起的思想紊乱有密切的关系。这正如列宁所说：**“正因为现代**

科学经历着急剧的变革，所以往往会产生一些大大小小的反动的哲学学派和流派。” 莫诺就是这种流派中的一个成员。尽管他依仗着自己的一些所谓科学成就，有一定的欺骗性，但不论他叫得多响，终究不过是个碰壁的苍蝇，嗡嗡叫，几声凄厉，几声抽泣。历史是无情的，它总会按照客观的规律，不断向前。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、江乃萼，1974。海带雌配子体对维生素C的反应。植物学报，**16** (4)。

[2] 中国农业科学院烟草研究所、中国科学院植物研究所单倍体育种协作组，1973。单倍体育种资料集，第二集。

[3] 中国农业科学院烟草研究所育种组、中国科学院植物研究所五室形态组，1974。烟草花粉植株后代鉴定。遗传学报，**1** (1)。

[4] 王敬驹、朱至清、孙敬三，1975。杨树花粉植株的诱导。植物学报，**17** (1)。

[5] 戴继勋、方宗熙，1976。海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报，**3**(1).

[6] 陆师义、郭兴华，1975。必须批判遗传学理论中的唯心主义和形而上学的观点。遗传学报， **2** (2)。

[7] Grant, V., 1963. The Origin of Adaptations. Columbia Uni. Press, 79—90.

[8] Lwoff, A., 1962. *Biological Order*. The M., T. Press, 37—49.

[9] Monod, J., 1972. *Chance and Necessity*. Collins, London. (原书系法文，出版于1970年。1971年译成英文，在美国出版，1972年在英国重印)

[10] Mottet, N. K., 1972. Pathology of heavy metals. McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology, 68—78.

[11] Palade, G., 1975. Intracellular aspects of the process of protein synthesis. Science, **189** (4200): 347—358.

[12] Peacocke, A., 1974. Chaos or cosmos *New Scientist*, **63** (910): 377—384.

[13] Winchester, A. M., 1965. *Modern Biological Priniciples*, **132**.

[14] Woolhouse, N. W., 1974. Longevity and senescence in plant. *Science Progress*, **61** (241): 123—147.

本文合作者：江乃萼

海带的染色体

摘　要

海带（*Laminaria japonica* Aresch.）的染色体数目，是海带的遗传学问题，在海带的育种中，特别在单倍体育种中也有其意义。关于海带的染色体数目，目前存在着意见分歧。Abe(1939)认为大概是n=22。Yabu (1937) 则肯定是n=22。Evans(1966)认为n=31。22和31相差相当大。这些人的观察都没有提出统计数据。本研究根据较丰富的材料，提出具体数据，进行分析。不同意Evans的推断，认为n=22比较有代表性；并对染色体出现数目差异的原因进行了讨论。未看到有特大的性染色体。认为醋酸地衣红可用于观察海带染色体。

前　言

海带(*Laminaria japonica* Aresch.)是海带属在亚洲的一个物种，是主要的经济海藻之一。其养殖事业，在我国已得到很大发展，其育种工作已广泛进行[1]。作为海带遗传和育种的主要物质基础的染色体，其数目究竟是多少，目前存在着不同的意见。Abe(1939)[4]用石蜡切片法，计算了海带孢子囊内第一次减数分裂中的染色体，认为大概是n=22。石蜡切片法是比较旧的方法，用于计算染色体比较费时，也比较不精确。Naylor(1956)[5]用压片法对西欧海带属三个物种的染色体进行了观察，看到这三个物种的染色体都不是n=22，而是n=27—31。他认为由于海带属的染色体太小，要得出精确数目是很难的。Evans(1963)[6]曾从海带属某些物种看到一个较大染色体1.3—1.7微米，认为这大概是性染色体。他(1966)[7]又根据自己和他人的观察，提出一个论点，主张海带属所有的物种基本上都是n=31，2n=62。但

他知道所观察的有些物种染色体数目差异很大，是n＝8—31。因此，他的推断是否有充分根据，值得讨论。Ohmori(1967)[8]和Robinson等(1971)[9]认为海带目染色体很小，要清楚地区分染色体和染色单体是困难的。Ohmori认为海带属的两个物种*Laminaria longipedalis*和*L.yendoana*的染色体数大约是n＝30，其变异幅度是28—32。而另一物种*L.angustata*则大约是n＝22。Yabu(1973)[10]也用压片法计算海带这个物种的染色体数目，在几种不同材料中得到不同结果，如在孢子囊第一次减数分裂中观察到n＝22，在雌配子体有丝分裂中观察到n＝16—22，在幼孢子体有丝分裂中观察到2n＝30—40。他由此认为海带染色体是n＝22，2n＝44。以上这些研究者究竟观察了多少分裂相，都没有报道。他们都以所观察的最高数为指标，但结论很不相同。这最高数是否就是最常见的数，没有说明。

国外的海藻学者对褐藻染色体的研究，在早期主要是切片法和铁苏木精染色，随后多用压片方法和弗根反应或醋酸洋红[5]或水合氯醛醋酸铁苏木精染色[11]。至于醋酸地衣红是否可以用于褐藻的染色体研究，未见报道。

本实验所用的细胞学方法是大家承认的先进方法即压片方法。除了用上述染色外，特别试用了醋酸地衣红染色，看是否可用于海带染色体的观察。

材料和方法

海带采苗后，培养在8—12℃的温度下，光照约1 000勒克斯，每天光照9—10小时。培养液用煮沸过的海水，加入适宜的营养盐（KH_2PO_4-P，0.38ppm；$NaNO_3$-N，3.96ppm）。当配子体形成后，用维生素C处理，以便促进雌配子体细胞的有丝分裂[12]。雌配子体细胞长到2—3个细胞时进行固定。我们用单个分离培养雌配子体的方法引起孤雌生殖，使长成幼孢子体[3]，由此

观察单倍体孢子体细胞的染色体。

材料固定是在晚上7—9时，这是因为根据我们的观察，这个时期的分裂相比较多（未发表材料）。固定时间约18—24小时。固定液用3:1的无水酒精冰醋酸。

染色液大半是用2%的地衣红，溶于70%的醋酸中。

染色方法：将固定后的材料放在自来水中浸泡15—30分钟，覆加盖片进行压片，压力要适当。小心取开盖片，再滴上醋酸地衣红，盖上盖片，注意不使玻片移动。放置半小时左右，用滤纸吸出多余的染色液，用石蜡封片。

观察和讨论

1. 海带染色体的形态和大小

据观察，海带配子体和幼孢子体的有丝分裂是相似的，未见有何明显差异。间期核呈球形。在雌配子体经维生素C处理而成多细胞丝状体时，有些核略呈椭圆形。海带间期核的染色质呈小颗粒状，通常含有一个核仁，在少数细胞也有2个核仁，甚至3个核仁。前期核明显增大。在早前期，染色体呈细的卷曲线。随后，每个染色体缩短加粗，呈条状或杆状。到了晚前期，染色体收缩成椭圆形或短柱状，并从核中央部分移近核膜，核仁逐渐消失。在中期，核膜破裂，染色体呈粒状或球形，染色单体略可分辨。

海带染色体都很小。据我们的观察，其大小在0.5—0.9微米之间。由于染色体极小，染色体臂和着丝点的位置，以及染色体的形状很难精确观察。也未看到一个特别大的染色体，即未见到Evans所说的性染色体。

海带的有丝分裂后期和末期，跟一般植物的有丝分裂相似。

2. 海带染色体的数目

我们所观察的染色体包括以下材料：①多细胞的雌配子体，

②雄配子体；③单个雌配子体的细胞由孤雌生殖所产生的幼孢子体；④正常二倍体的幼孢子体。所观察的配子体和孢子体都在几个细胞时期，这时的细胞都较大。

我们能较顺利地观察了雌雄配子体的染色体，这主要由于在培养中，我们用维生素C处理过。经过维生素C的处理，不仅分裂相较多，细胞也较大，较便于观察。

用来计数的染色体，都处于有丝分裂的晚前期和中期。染色体计数结果如表1所示。有代表性的染色体如图版Ⅰ：1—4所示。

从表1可以看出，所观察的海带染色体数目表现相当大的变异幅度，例如n＝17—26，2n＝36—48。这既不是Abe和Yabu所说的n＝22，也不是Evans所说的n＝31。上述作者都以所观察的最高数作为该物种的染色体数目，这样做对吗？Evans根据海带属其他某些物种的染色体数目而推断海带这个物种的染色体数目，这样做可靠吗？难道同一属的不同物种一定都具有相同数目的染色体吗？显然不一定。怎样测定呢？毛主席教导我们：“研究问题，忌带主观性、片面性和表面性。”“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只

表1　海带染色体数目的统计

细胞类型	染色体组	染色体数目						细胞数	
		17—20	21	22	23	24—26			
雌配子体细胞	n	15	17	42	5	4		83	156
雄配子体细胞	n	6	8	18	2	4		38	
孤雌生殖的孢子体	n	5	7	19	2	2		35	
				50.7%					
		36—40	41	42	43	44	45—48		
孢子体细胞	2n	9	7	6	12	26	8	68	
						30.8%			

从单方面看。" 我们认为，对待染色体数目问题，也应该如此。按照我们的意见，如果所观察染色体的最高数目是个别分裂相的，它就缺少代表性。这是因为所观察的染色体数目差异很大时，其中有不少误差，因此不宜用个别分裂相的材料作为根据，这是一。第二，同一属不同物种的染色体数目不一定都相同，例如甘蓝(*Brassica oleracea*) 2n＝18，而芜菁(*B.rapa*) 2n＝20。不同物种染色体数目是否相同，要根据实际的材料，不能主观推断。**"对于具体情况作具体的分析"**，这才符合唯物辩证法的基本精神。

我们认为，最常见的染色体数目是比较有代表性的。为什么？这因为最常见，误差的机会便较少。如果这个论点可以接受，那末从表1的材料可知海带染色体数目大概n＝22，2n＝44。在我们的材料中，n＝22的分裂相占所观察的156个分裂相的50.7%，2n＝44的分裂相占所观察的68个分裂相的30.8%。

应该指出，所观察的染色体数目有差异，这前人[7-8]已有报道，这在细胞学观察中是常见的。如何说明这种差异呢？有几方面的原因。比方说，在个别有丝分裂中，如果有个别染色体不分离，在以后的细胞分裂中，有的细胞的染色体数目就可能增加一个或几个，有的可能减少一个或几个。又譬如，单倍体染色体超过22或二倍体染色体超过44，这也可能由于有个别染色单体在晚前期或中期开始时已经分开，因为染色体很小，分开的染色单体不容易跟染色体相区别。也可能由于压片时所用的压力有时过大，引起个别染色体着丝点断裂或染色单体的分离。这样，染色体计数就无形中增加了。单倍体染色体少于22或二倍体染色体少于44，这也可能在压片时未能使染色体在细胞质中充分散开，个别染色体被其他染色体所遮盖。海带目植物的染色体很小，而难于精确计数的这种情况，其他研究者已注意到并有过讨论[7]。根据我们的观察，关于海带属所有物种的染色体都是n＝31的论断是不符合实际的。

还有，根据我们的实验，醋酸地衣红可以用于海带的细胞学

观察，而且有其优点。这因为应用这种染料，方法比较简单，染色体着色比较缓慢，观察时间可以较长，细胞质的着色也较慢，一般不会影响对染色体的观察。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带遗传和育种的研究。高等学校自然科学学报，生物学版，第四期。

[2] 方宗熙、江乃萼，1974。海带雌配子体对维生素 C 的反应。植物学报，**16** (4)。

[3] 戴继勋、方宗熙，1976。海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报，3(1)。

[4] Abe, K., 1939. 引自 Growth, ed. by P. L. Attman and D. S. Dittmer. Fed. *Amer. Soc. Exp. Bio.*, 1962, USA. 28—29.

[5] Naylor, M., 1956. Cytological observation on three British species of *Laminaria*. A preliminary report. *Ann. Bot.*, Lond., N. S., **20** 431—437.

[6] Evans, L. V., 1963. A large chromosome in the Laminarian nucleus. *Nature*, **198**: 215.

[7] Evans, L. V., 1966. The Chromosome of the Algae. ed. by M. B. E. Godward. 122—148. Edward Arnold (Publishers) LTD London.

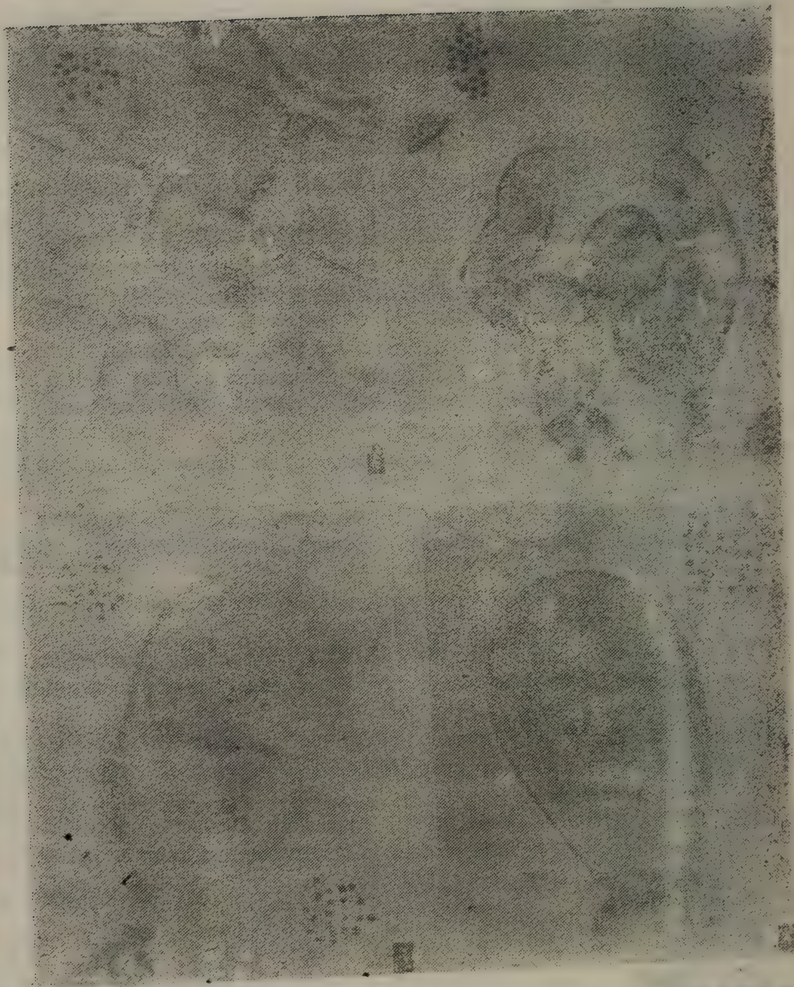
[8] Ohmori, T., 1967. Morphogenetical studies on Laminariales. *Biol. J. Okayama Univ.*, **13**: 23—83.

[9] Robinson, G. G. C. and Cole, K., 1971. Cytological investigation of some North American species of the genus Alaria Greville. I. Meiosis. *Botanica Marine*, **14**: 53—58.

[10] Yabu, H., 1973. Alternation of chromosome in the life history of *Laminaria japonica* Areach. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **23** (4): 171—176.

[11] Yabu, H. and J. Tokida, 1966. Application of aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate method to chromosome staining in marine algae. *Bot. Mag. Tokyo*, **79** (938): 381.

本文合作者：戴继勋



1.示雌配子体细胞染色体；2.示雄配子体细胞 染色体；3.示孤雌生殖的单倍体孢子体细胞的染 色体；4.示孢子体细胞的染色体，1,2用醋酸地衣红染色体；3,4用醋酸洋红染色

突变的必然性与偶然性

——二评莫诺的《偶然性与必然性》

前　　言

莫诺在他的《偶然性与必然性》一节[16]里既然十分肯定不变性是生命的最基本的属性，他怎样解释生物的进化呢？他怎样解决生命自然界中不变和变之间的矛盾呢？他提出偶然进化论来解决这个矛盾。他认为不变是生命的本质和规律，变则是可有可无的；而变的基础是偶然性，而且是单纯的偶然性。他指出，作为生命不变性的分子基础即去氧核糖核酸（DNA）虽然会异常精确地复制自己，但有时也会由于物理作用而出现分子的"噪声"即遗传分子发生某些紊乱，由此产生突变；而突变基因又会同样精确地复制自己，从而出现遗传的变异。他说："至少某些紊乱会引起DNA分子中碱基排列顺序的明显改变。由于DNA转录机制的盲目的忠实，这种转录的错误会自动地进行生殖。它们会同样忠实地按照突变所引起的DNA片断，翻译成改变了氨基酸排列顺序的多肽链。"（第109页）而由此引起的新陈代谢的改变，会引起变异。这就是说，依他看来，变异产生的顺序是这样：DNA分子的偶然紊乱，引起突变，突变导致变异。

接着他指出，偶然性不仅是突变的基础，而且也是生物进化的基础。他说："基因突变这些事物构成了遗传内容发生改变的唯一可能的来源，这必然导致这样的结论：只有偶然性才是生物界每一个革新和一切创造的源泉。"（第110页）他在这里所提出的论点就是生物偶然进化论。

他把不变性看做生命的基本属性的奇谈怪论，我们已在一篇

文章里批判过[2]。他在讨论生物进化中排除了细胞质的遗传性变化和多倍体等突变对生物进化的积极意义，这种片面性我们将在以后批判他的偶然进化论时一起分析讨论。本文拟着重讨论的是：基因突变的基础究竟是什么？是必然性还是偶然性？这也就是说，在遗传物质发生变化中，是先有必然性呢还是先有偶然性？它们的关系究竟如何？这是个自然科学问题，也是哲学问题。莫诺表面上是讨论自然科学问题，而目标则是哲学问题。他妄图由此达到不可告人的目的：否定唯物辩证法的真理性，并由对唯物辩证法的否定来否定社会发展的客观规律，否定社会主义。

突变的背后

莫诺所说的突变是指基因突变，而且又是主要指结构基因的突变。依他看来，基因突变的基础完全是偶然性，毫无规律可言，无法预测，跟必然性毫不相干。是这样吗？要回答这个问题，需要分析一下基因的分子基础。

基因的分子基础是核酸。可以是去氧核糖核酸（DNA），也可以是核糖核酸（RNA）。并不是象莫诺所说的仿佛只有DNA才是遗传物质。不错，从整个生物界来讲，据今所知，DNA是主要的遗传物质，是遗传的主要信息源。但不能忘记，有不少病毒的遗传物质是RNA，即便在真核细胞的生物里，也有一些事实表明RNA可以是部分的信息源，而且对DNA是有所作用的[6,21]。

现在要问：DNA或RNA会不会发生变化呢？是怎样发生变化的呢？

我们先来看一个普通的化学反应。大家知道，把盐酸（HCl）和氢氧化钠（NaOH）的水溶液放在一起，会发生化学反应，产生出食盐（NaCl）和水（H_2O），而不是随便产生出任何其他物质。它们为什么会发生化学反应呢？为什么只是这种反

应呢？

第一，盐酸由氢原子和氯原子所组成，氢氧化钠由氢原子、氧原子和钠原子所组成。这表明它们都具有可分性。

什么是可分性呢？可分性是“铁板一块”即不可分性的否定。可分性就是它们的可变性的基础。其他一切物质、一切事物也都这样，都有可分性，都有内部矛盾，因此都有可变性。现代物理学指出，甚至基本粒子也有可分性，也有可变性。恩格斯在《自然辩证法》里早就指出：“**每一个物体都是可分的。**”这是唯物辩证法的观点。列宁在《唯物主义和经验批判主义》里指出：“**原子的可破坏性和不可穷尽性、物质及其运动的一切形式的可变性，一向是辩证唯物主义的支柱。**”毛主席指出：“**事物都是一分为二的。**”一分为二讲的就是事物都有可分性，都有内部矛盾，都是对立的统一。马克思主义哲学根据自然界、人类社会和思维的丰富事实指出，事物的矛盾法则即对立统一法则，是唯物辩证法的最根本的法则。一切事物的运动变化发展都表现这个法则。这是矛盾的普遍性。毛主席在《矛盾论》里指出：“**矛盾是简单的运动形式（例如机械性的运动）的基础，更是复杂的运动形式的基础。**”

第二，盐酸和氢氧化钠不仅各自具有内部矛盾，表现矛盾的普遍性，而且各自具有特殊的内容，特殊的内部矛盾，表现矛盾的特殊性。因此它们的化学反应只能产生出一定的物质即食盐和水。这也就是说，不同的物质，不同的事物，都各自具有不同的内容，不同的特殊矛盾。这正如唯物辩证法所指出的，矛盾的普遍性存在于矛盾的特殊性之中。因此，“**各种物质运动形式中的矛盾，都带特殊性。**”忘记了矛盾的特殊性，就搞不清事物的本质。这因为矛盾的特殊性不是别的，而正是不同物质不同事物相互区别的根据。毛主席在《矛盾论》里指出：“**这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。这就是世界上诸种事物所以有千差万别的内在的原因，或者叫做根据。**”

作为遗传物质的核酸的情况怎样呢？它表现什么矛盾普遍性和特殊性呢？

先说核酸所表现的矛盾普遍性。不管是DNA还是RNA，它们都由四种核苷酸所组成。组成DNA或RNA的核苷酸的特点存在于它们所含的碱基。这包括两种嘌呤和两种嘧啶。在DNA，是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胸腺嘧啶（T）和胞嘧啶（C）。在RNA，没有胸腺嘧啶而有尿嘧啶（U），其余三种碱基是一样的。这表明核酸分子也有可分性，也有内部矛盾。这是核酸矛盾普遍性的表现。

核酸分子的内部矛盾跟其他事物一样，也表现矛盾的特殊性。这个特殊性很重要，使核酸具备作为遗传物质的条件，使核酸在生命起源中能够被选为遗传信息的载体。核酸具有什么特殊的条件呢？

第一，它能按照碱基互补的原则复制自己，使它具有连续性，成为生命进行增殖的前提。

第二，它是由许多核苷酸连接而成的大分子，分子量可以很大，其中所含碱基排列顺序的差异可以代表遗传信息的差异。这使它所含的遗传性能具有几乎无限的多样性。

第三，它富有可变性。这因为它所含的遗传信息都由一定的遗传密码所组成，而遗传密码都由三个碱基或者说三个字母所组成。遗传密码中任何一个字母的更换经常意味着有关蛋白质中某个氨基酸的更换。由此所产生的蛋白质差异可能改变功能，引起变异的发生。

由此可见，作为遗传物质的核酸，就分子水平讲，是井井有条的。这是说，从分子结构到分子复制，核酸都表现充分的规律性。没有这种规律性，它就不能作为遗传信息的载体。

这也就是说，核酸分子由于具有可分性，具有内部矛盾，它要发生变化，即突变是必然的，不可避免的，并不是可有可无的。所以突变可以看做是核酸分子的属性之一。而莫诺在分析核酸分

子中却看到相反的特点：不变性。实际上，变和不变是对立统一的。但从历史的观点看问题，核酸分子的不变是相对的，这使遗传信息有相对的稳定性。变是绝对的，这提供生物进化的原始材料。莫诺把相对稳定性和不变性混为一谈，并把不变性作为生命的基本属性，这不是偶然的，而是他的形而上学世界观的必然产物。

核酸分子是怎样发生变化的呢？在变化中有没有规律性呢？

核酸分子的变化是有原因的，这是一。第二，变化是以它所具有的特殊矛盾为根据的，不是乱七八糟的，紊乱的。一句话，突变也有它的规律性。

比方说，许多外界条件在细胞的代谢过程中能够引起一定碱基的变化，从而改变遗传信息。已知羟胺几乎只跟胞嘧啶（C）起作用，所以它所引起的遗传密码的变化，一般是把G-C互补对转化成A-T互补对[4]。亚硝酸也是一个有效的诱变剂，它能把腺嘌呤（A）转化成次黄嘌呤。后者作用如鸟嘌呤（G）。这样，通过次黄嘌呤，A就转化成G。于是在DNA分子的复制中，A-T这一互补对就会转化成G-C互补对了。于是遗传密码改变了[9]。

5-溴尿嘧啶（5BU）是另一个有效的诱变剂，它跟胸腺嘧啶（T）分子很相近。在DNA分子的复制中，如果细胞里有5BU，那末5BU这种有机分子常会代替T而跟腺嘌呤(A)互补，成为5BU-A。但5BU又可以跟鸟嘌呤(G)互补，于是出现了新的互补对：5BU-G。但这是不稳定的。在DNA分子的再一次复制中，5BU会被C所代替，于是出现了C-G。这样，T通过5BU便被C所取代了。原来的T-A互补对就被C-G互补对所取代了。如果原来的遗传密码是ATG，这是酪氨酸的遗传密码，那末经过A5BUG，便成为ACG了[1,8]，这是半胱氨酸的遗传密码。

这些分析比较清楚的诱变过程，说明了遗传物质变化的某些规律性，也说明了至少有一部分诱变因素有一定的专一性。

某些重金属例如镍、钴和镉，一旦进入动物的肌肉后，常会引起某些细胞转化为癌细胞，出现肌肉癌。铅会引起肾脏癌[17]。已知正常细胞转化为癌细胞的基础过程也属于基因突变的范畴。

锰对大肠杆菌和 T_4 噬菌体是强有力的诱变剂，但对哺乳类细胞则未见有相似的效应[17]。这暗示上述微生物和哺乳类的遗传物质的结构有所差异，在对诱变剂的反应上就有所差异。

已知 RNA 肉瘤病毒进入某些动物的细胞，会引起这些动物细胞的遗传性发生一定的变化，经常转化为癌细胞[21]。但不是所有动物的细胞都有相似的敏感性。

从鲫鱼卵巢提出来的 RNA，一旦进入金鱼的受精卵，常会引起这受精卵所长成的小金鱼具有鲫鱼的单尾性状[6]。

类似上述的材料还有不少。这些材料也同样表明至少某些诱变因素具有一定的专一性。

最近由于发现某些内切酶能在特定位置上把 DNA 切断，被切下的 DNA 片断可以由某些病毒或质粒（Plasmids）带入其他细胞里，引起一定变异。例如已能利用质粒把一种细菌的抗青霉素基因跟另一种细菌的抗四环素基因结合在一起，使同一细胞具有这两种性状[8]。这方面的工作为基因工程提供了一个新的手段。

以上是就外界条件引起一定范围的突变讲。内在条件也有相似的效应。例如，有些基因或 DNA 片断能引起其他基因的突变。这是引变基因。在玉米中，基因 a_1 使种皮不着颜色，其显性的等位基因 A 则使种皮表现颜色。具有基因型 a_1a_1 的某些玉米品系，在个体发育中，却会使种皮表现色斑，即部分细胞出现颜色。据分析，这是由于基因 a_1 突变成基因 A：$a_1 \rightarrow A$。引起这个突变的主要原因是细胞里有另一个显性基因 Dt。象 Dt 这种基因就叫做引变基因。它对色素的形成没有直接的作用，但它能引起一定基因的突变[9,10]。

在果蝇里也发现了引变基因[9]。已知一个隐性基因大约能提

高果蝇第二染色体的突变频率15倍。在其他生物如细菌中也发现过引变基因。

还在某些遗传研究进行较多的生物，如果蝇、大肠杆菌、噬菌体等发现突变频率很高的所谓“热点”，这跟DNA片断的一定结构相联系。另有一些DNA片断则能增强染色体结构或某些基因的稳定性。

以上说明了染色体和基因的稳定性或易变性是受其遗传结构的特殊矛盾性所制约的。同时也说明了突变具有一定的规律。因此，我们对遗传物质的变化并不是束手无策的。

还可以从基因起源的研究中看出基因突变的另一些规律性。

已知等位基因、复等位基因是从基因突变而来的。一般所说的基因突变所产生的遗传单位都不是新的基因，而是属于等位基因的范畴。例如植物中的自交不育基因S通过突变，可以产生出好几十个复等位基因。人的A、B、O血型基因也是复等位基因。现在用理化条件所引起的基因突变，其产物一般也都是等位基因。

等位基因可以通过突变转化成为非等位基因吗？有材料暗示，在历史过程中，这种转化是可能的。这大概是基因即非等位基因起源的基本途径[15]。

比方说，肌红蛋白和血红蛋白，虽然功能有区别，但在分子结构上很相似。这就有理由认为肌红蛋白和血红蛋白的基因有亲缘关系，有共同的起源。它们是在动物早期进化中从同一基因分化而来的[11,14]。细胞色素这类蛋白质的基因大概也是从同一基因分化而来的[13]。

动物中的各种产乳激素（LTH）也表现相似的情况。几乎全部的脊椎动物都能够分泌产乳激素这一类的物质。这些产乳激素在不同类群的动物中虽然有基本相似的分子结构，但在功能上已有较大差异[12]。例如，在哺乳类中，在产生婴儿后，母体就分泌LTH，以促进乳汁的分泌。在某些鸟类中，在一定时期，能分

泌LTH，使亲鸟抱卵，引起卵孵化。有一种蝾螈在一定时期，就分泌LTH，以促使它们回到水中去进行生殖。这些材料说明什么问题呢？这暗示着凡是能够分泌LTH这种物质的动物都具有相似的基因。但在进化中，这些基因的功能已经起了明显的分化。这也就是说，这些基因已属于非等位基因了。这可以看作是起源于同一基因的等位基因，在历史过程中，已转化成非等位基因了。

等位基因怎样转化成非等位基因呢？

一个可能的途径是通过重复基因的若干突变的累积。在那里起主导作用的是达尔文所阐明的选择原理[15]。

所谓重复基因指的是作为基因分子基础的碱基组的重复。已知碱基组的重复在真核细胞的生物中是很普通的。据报道，有些生物的碱基组的重复可以达到其DNA总含量的60%[20]。这些碱基组的重复有一部分就是重复基因的分子基础，有一部分还没有成为基因。其功能如何，还没有深入了解。有的认为这可能在于对基因起调节作用；有的认为这有助于染色体结构的稳定性[14]。这重复基因或重复的碱基组，通过突变，可以逐步发展成为功能不同的各种基因。

这就是说，各种基因不是凭空一下子出现的，是在一定的碱基组的基础上由突变逐渐转化而来的。

总之，核酸分子由于具有特殊的内容，特殊的内部矛盾，在生命的起源和发展中，被选出作为遗传物质是必然的，合乎规律的。蛋白质和其他有机物不能作为遗传物质，是受其内部的特殊矛盾所制约的。核酸既然可以作为遗传物质，它跟周围条件发生作用，出现变化，就只能产生一定范围的变化，影响到遗传，这也不是偶然的，而是必然的，合乎规律的。由此可见，把基因突变看做是DNA分子的偶然紊乱，毫无规律可说，是没有根据的。这就是说，突变的背后有必然性。基因的分子基础只能存在于生活物质之中，只能存在于新陈代谢之中，它跟周围条件有千丝万缕的联系，在一定的条件下，它非发生变化不可，而且变化有一

定的范围。莫诺把基因的分子基础归于不变性，把突变的基础归于单纯的偶然性是不符合客观实际的。恩格斯指出：“**在表面上是偶然性在起作用的地方，这种偶然性始终是受内部的隐蔽着的规律支配的，而问题只是在于发现这些规律。**”

突变的随机性

我们在肯定突变的基础是必然性的同时，并不否认突变跟偶然性发生密切关系。突变在哪些方面表现偶然性呢？这主要表现在突变发生的过程和后果上，表现在现象上。

就突变发生的过程讲，已经知道，核酸是大分子，包含有大量的遗传密码，大量的碱基。遗传密码或碱基会发生变化虽然是必然的，而诱变因素的出现虽然是有原因的，但是何时何地诱变因素跟遗传密码发生作用则是随机的，人们一般不能预先知道，也很难预先知道。

就突变的效应讲，突变跟适应在大多数情况下并不是简单的直接的关系。我们知道，生物在对付变化的环境中，经常需要改变自己的新陈代谢。但是能不能改变新陈代谢，这要看有什么样的遗传基础。如果缺少必需的基因或碱基组，就不能出现所需要的新陈代谢类型。例如，大肠杆菌在周围环境里含有葡萄糖和乳糖的情况下，它一般只利用葡萄糖，不利用乳糖。这样，乳糖的代谢作用就不出现。等到环境里的葡萄糖用完后，它的新陈代谢就要转入乳糖的代谢了。但这里有个前提，它必须具有半乳糖苷酶基因。如果这个基因过去已经发生了突变，那么乳糖代谢作用就不能出现了。同理，许多细菌对青霉素等抗菌素是敏感的，某些突变型则有耐药性。就细菌讲，它的基因遇到抗菌素时，一般不会发生相应的突变，不会由敏感型立刻转化为耐药型。而在没有抗菌素的情况下，并不需要这种突变基因时，这种突变可能发生。这说明突变出现的随机性[5]。

另一方面，突变的发生不是无缘无故的，而是有原因的。但诱变因素除了象秋水仙素等少数物质外，一般并不决定突变的方向。所以用X射线、中子等电离射线照射种子引起突变，可以从后代中得到许多不定变异。当然，所发生的变异并不是漫无边际的，而是往往有一定的范围，并且从中可以选育出优良品种。我国科学工作者在这方面已取得了许多成绩，例如在水稻、小麦等多种作物中，从诱发突变曾选育出优良的矮杆品种、抗病品种等。但是在辐射育种中并未得到抗电离射线的突变型。这也说明突变的随机性。什么遗传基础会发生什么突变，主要取决于自己的条件。

个别基因或个别遗传基础发生突变的频率一般很低，这也给人以偶发或突然的印象。

总之，不管DNA分子中哪一部分，哪一种遗传信息，都是可分的，都有内部矛盾，而且又都是特殊的内部矛盾，因此它不仅会发生变化，而且只会发生一定范围的变化。这是必然性。但是在什么场合，哪一部分会发生突变，这大半是随机的。

由此可见，说DNA分子所发生的突变是偶发的也好，是突然的也好，这是就现象而言。但其出现都是有原因的，都受客观规律的支配。

所以在DNA分子的突变中，必然性和偶然性是相互联系相互制约的。这因为它们是辩证的统一。

必然性与偶然性的辩证统一

莫诺由于反对唯物辩证法，当然不能正确地理解必然性与偶然性的辩证关系。他也没有对必然性和偶然性作过认真的探讨。

唯物辩证法怎样看待必然性和偶然性呢？唯物辩证法不仅承认必然性和偶然性，而且分析了它们的辩证关系。

首先，什么是必然性呢？唯物辩证法认为，必然性是由事物

内部具体的矛盾性所规定的发展趋势，它反映事物的本质联系。事物有什么样的内部矛盾，有什么样的矛盾特殊性，就决定它会有什么样的运动形式，有什么样的发展可能性。不同事物，不同物质，由于内容不同，即内部矛盾性不同，其可能的发展趋势也不相同。比方说，水、盐酸、氢氧化钠、食盐、葡萄糖、氨基酸、核苷酸、蛋白质、核酸等等化学物质，都各有自己不同的原子内容和分子结构，各含有自己的矛盾特殊性。因此，它们可能跟什么物质起作用，起什么作用，后果如何，各不相同。所以非遗传物质和遗传物质的变化，虽然都是化学变化，可是前者不叫做突变，因为不是遗传密码的改变；后者叫做突变，因为改变了遗传密码，并且可以传递给后代。

小麦和水稻的种子，鸡和鸭的卵子，由于所具有的遗传内容不同，内部的特殊矛盾不同，因此虽然在同一环境中，但它们各自的发展趋势很不相同。

毛主席在《矛盾论》里指出：**“每一物质的运动形式所具有的特殊的本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。”**这讲的就是必然性。自以为对唯物辩证法作过研究的莫诺，根本不懂什么是必然性。他嘲讽唯物辩证法处处讲矛盾。这表明他根本不理解必然性跟事物内部的矛盾性是有关系的，更不理解矛盾的普遍性和矛盾的特殊性及其相互关系。

什么是偶然性呢？对于偶然性，莫诺的认识水平也只停留在随机、偶发、抽签等字面上。唯物辩证法认为偶然性是在必然性的基础上所发生的事件，是事物在非本质的联系中，在外界条件影响下所发生的现象。例如，许多理化因子甚至某些病毒，一旦进入细胞，可以引起遗传物质的变化。这就是在遗传物质可变性这个必然性的基础上所发生的偶然性。

按照唯物辩证法的观点，一切事物不仅具有内部矛盾，而且都不是孤立存在的，而是相互联系相互制约的。事物的发展是事物内部的必然的运动。而每一事物的运动又都跟它的周围中其他

许多事物互相联系着，互相影响着。这就是偶然性一定会发生的原因。**“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”**这就说明了偶然性一定是在必然性的基础上发生的。离开了内因，离开了必然性，外因怎样发生作用呢？偶然性怎能出现呢？

但是在事物的发展过程中，什么外因在什么时候出现，并引起变化，这是随机的。所以偶然性可能这时出现，也可能那时出现；可能这样出现，也可能那样出现。这就是说，由于遗传物质不能存在于真空里，它必然跟许多不同的条件相联系；由于不同遗传信息的不同密码在不同条件下发生变化的情况不一样，所以突变可以在这个个体上发生，也可以在那个个体上发生；可以发生在遗传物质的这一片断，也可以发生在遗传物质的那一片断；可以这时发生，也可以那时发生，主要看条件。

由此可见，必然性和偶然性都是客观存在的，但两者的地位和作用不同。必然性是事物由内部特殊矛盾性所规定的发展趋势，是事物可能如何发展的基础、根据，它一般居于支配的地位。偶然性是必然性的表现形式，是现象。所以离开必然性，就无所谓偶然性。但偶然性可以对事物的发展起作用，特别是起加速或延缓的作用。比方说，核酸由于自己的性质，必然会发生突变，突变会引起遗传性的变异，提供自然选择和人工选择的原始材料。这是说，突变虽然迟早必然发生，但如果发生的多些早些，对物种的形成和新品种的选育就会起加速的作用。相反则可能起推迟的作用。

所以总的情况是这样：基于遗传物质的可变性以及其变化需要一定的条件，突变可以随机发生。但突变是在已有的基础上进行的，是受已有的基础制约的。所以突变有一定的范围。随着对突变机制的加深了解，我们就更有可能来控制突变的方向，引起定点的突变，使突变更好地为人类服务。

还有，以必然性为基础的偶然性，例如不定变异，是否有发

展的前途，这需要自然选择的检验。某些不定变异一旦得到自然选择的保存，纳入了进化的轨道，成为进一步发展的基础，就转化为必然性了。这是说，在必然性基础上所发生的偶然性，可以转化为另一发展阶段或另一发展水平的必然性，由此继续变化发展。整个生命自然界基本上就是在必然性和偶然性的辩证关系中发展起来的。比方说，在许多种类的昆虫中，常存在着对某些杀虫药如 DDT 有一些抗性的变异。这些变异一般得不到发展。但在含有DDT 的环境中，它们就会得到自然选择的保存。以后，又可以通过新的突变和选择，进一步提高抗药性，形成富有抗性的品系。如果这是害虫，就会给人类带来很大的麻烦。

还有，偶然性背后的必然性经常不是一下子就可以搞清楚的。这需要进行科学分析，才能透过表面现象看到本质的东西。不然的话，就可能象莫诺那样，把偶然性绝对化了。我们在自己的科学工作中就有一些体会。比方说，海带雌配子体在低温的实验条件下，一般是单细胞的，并大都在单细胞状态达到成熟，进行排卵而受精[3]。多细胞对海带雌配子体可说是例外，是偶然，为数很少。这些是现象，本质究竟如何呢？换句话说，海带雌配子体的内因即遗传性是不是大都只限于单细胞呢？它们是不是大都不能进行细胞分裂呢？通过一些实验可以回答这个问题。用维生素C和其他适宜的条件处理海带雌配子体，我们看到它们都会进行细胞分裂，长成多细胞的个体[1,7]。这表明它们具有发展成多细胞的趋势，即具有进行细胞分裂的趋势。因此，它们在发育中有两种可能性：一是单细胞成熟排卵，一是长成多细胞，然后成熟排卵。它们在一定条件下表现单细胞或多细胞，这都是偶然性现象。通过实验分析，发现它们都能进行细胞分裂，这就揭露了它们潜在的发展趋势。所以通过调查研究，可以发现偶然性背后的必然性。海带雌配子体能进行细胞分裂，这是其细胞所隐藏的必然性。什么时候进行细胞分裂，这有个条件问题。

由此可见，没有纯粹的偶然性，也没有纯粹的必然性。所以

恩格思在《自然辩证法》里指出：**“偶然的东西是必然的，而必然的东西又是偶然的。”**必然性经常通过偶然的事件得到表现。但不能忘记，偶然性的背后是必然性，突变的背后是遗传物质的可分性、可变性，就是遗传物质所含有的矛盾特殊性。科学的基本任务之一就在于探明偶然性现象所隐藏的必然性、规律性。

对唯物辩证法一知半解的莫诺，抓住一些表面的生命现象，自以为发现了本质，抓住了真理，就沾沾自喜，得意忘形，大做文章，胡说什么生命的基础都是偶然性，都是无法预见的，“正如构成我手中小石子的原子结构是不能预见的一样。”（第49页）这样，我们通过他这个比喻，可以看到这个自命不凡的分子遗传学者从形而上学堕入了不可知论和诡辩论的泥坑里去了。

应该指出，莫诺片面提高偶然性的位置不是偶然的，是跟他在讨论生命属性时片面提高不变性的手法相联系的，其矛头是指向马克思主义的唯物辩证法。依他看来，生物进化的基础既然是偶然性，那末把必然性作为事物发展基础的唯物辩证法就不成立了，于是，为广大劳动人民所接受而使他日夜担忧的马克思主义就不再成为科学了。这真是痴人幻想，白日作梦。马克思主义及其唯物辩证法不仅在我国和许多国家的革命实践中证明是真理，并且将继续作为劳动人民进行革命、打烂旧世界的灯塔而照耀全世界

参考文献

[1] 方宗熙、江乃萼，1974。海带雌配子体对维生素C的反应。植物学报，16 (4)。

[2] 方宗熙、江乃萼，1976。略谈生命的属性：一评莫诺的《偶然性与必然性》。遗传学报，3(2)。

[3] 任国忠，1962。配子体的生长发育与环境条件的关系。海带养殖学（曾呈奎等主编）。第72—95页，科学出版社。

[4] 陆师义、郭兴华，1975。必须批判遗传学理论中的唯心主义和形而上学的观点。遗传学报。2 (2)。

[5] 盛祖嘉，1963。微生物遗传学基础。第二章，上海科技出版社。

[6] 童第周、牛满江，1973。核酸诱导金鱼性状的变异。*Scientia Sinica*, **16** (13).
[7] 戴继勋、方宗熙，1976。海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报。3(1).
[8] Cohen, S. N., 1975. The manipulation of genes. *Scientific American* **233** (1).
[9] Fraser, A., 1966. *Heredity, Genes and Chromosomes*. pp. 156—157. McGraw-Hill Book Company.
[10] Gardner, E. J., 1964. *Principles of Genetics*. pp. 177—180, 237—238, J. Wiley & Son Ltd.
[11] Goodman, M., et al., 1975. Darwinian evolution in the genealogy of haemoglobin. *Nature*, **253** (5493): 603—608.
[12] Kimball, J. W., 1974. *Biology*. pp. 707—708.
[13] King, J. L., 1971. The influence of the genetic code on protein evolution. *Molecular Evolution*, ed. by E. Schoffeniels.
[14] King, M., and Wilson, A. C., 1975. Evolution at two levels in humans and chimpanzees. *Science*. **88** (4184): 107—116.
[15] Markert, C. L. et al., 1975. Evolution of a gene. *Science*, **189** (4197): 102—114.
[16] Monod, J., 1972. *Chance and Necessity*. (原版系法文，发表于1970年。英译本1971年在美国出版。本文根据的是1972年的英国版)
[17] Mottet, N. K., 1972. Pathology of heavy metals. *Yearbook of Science and Technology*. pp. 69—73, McGraw-Hill Company.
[18] Silverstein, A., and V., *The Code of Life*. Atheneun. N. Y.
[19] Sirlin, J. L., 1972. *Biology of RNA*. pp. 403—474. Academic Press. N. Y.
[20] Sybenga, J., 1972. *General Cytogenetics*. p. 21.
[21] Temin, H. M., 1972。RNA 指导的DNA 合成。译文见《生物科学参考资料》第二集，科学出版社，1973。

本文合作者：江乃萼

海带雌性孢子体的首次记录

根据海藻学的记载，海带孢子体是无性的，也就是雌雄同体的[1]，它所产生的孢子大约有一半萌发长成雌配子体，有一半萌发长成雄配长体。性别在配子体中如此分化可能跟遗传有关。欧洲海藻学者 Evans[2]曾观察到欧洲产的几个物种的海带雌配子体有一个特别大的染色体，他猜想这可能是性染色体，但没有证明。我们所研究的这种海带（*Laminaria japonica*），在其雌配子体细胞中没有看到一个特别大的染色体。但是我们在海带单倍体遗传育种的实验中，却有新的发现，我们发现海带雌配子体由孤雌生殖所产生的孢子体（图 1），在海上培养成熟时，它所放散的孢子，全部萌发长成雌配子体，没有看到雄配子体（图 2）。由孤雌生殖所长成的二十多棵孢子体，采孢子后，经培养观察，都是如此。这些雌配子体也都能成熟排卵，进行孤雌生殖，产生新的孢子体。因此，有理由得出以下结论和推论：

（1）海带雌配子体由孤雌生殖所长成的孢子体是雌性的，这是科学上的一个新发现。

（2）因此有理由推测，由海带雄配子体所长成的孢子体将是雄性的。

（3）海带性别有遗传基础，这遗传基础可能跟某一个或某些染色体有较大关系，但不一定形成特大的染色体。

（4）海带可以由人工方法培育出雌雄分开的孢子体，这为海带杂种优势的研究和利用开辟了广阔的前途。

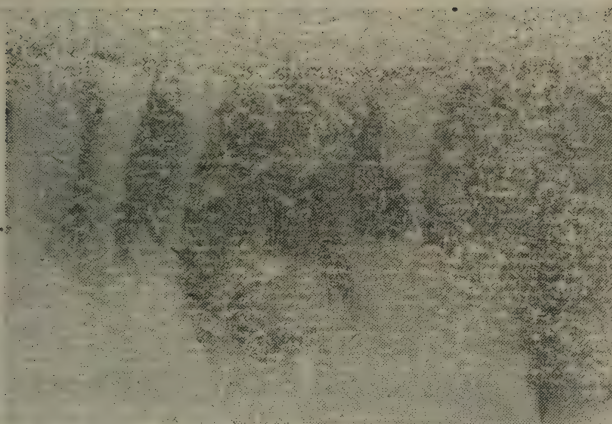


图 1　海带雌配子体由孤雌生殖所长成的雌性孢子体
这是在海里生长的情况，变异较大，有一部分生长正常，
它们大都能产生后代

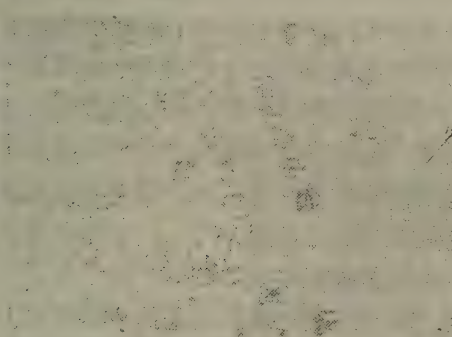


图 2　海带雌性孢子体产生的孢子所萌发长成的雌配子体
(没有看到雄配子体)

参 考 文 献

[1] 曾呈奎、吴超元主编，1962。海带养殖学。科学出版社。
[2] Evans, L. V., *The Chromosomes of the Algae* (ed. Godward, M. B. E.), Edward Arnold Ltd, 1966.

本文合作者：戴继勋、崔竞进、欧毓麟

生物进化的性质

——三评莫诺的《偶然性与必然性》

前　　言

莫诺在其《偶然性与必然性》一书里，站在唯心的形而上学的立场上，对进化问题提出了若干奇谈怪论。他对生命属性和基因突变问题所提出的一些似是而非的论点，我们已经作了一些分析批判[1,2]。本文着重讨论他的进化观。

莫诺对生物进化的基本论点如下：由于生殖的不变性是生命的基本属性，所以进化并不是生命的属性或特征；进化之所以发生，完全是由于基因的偶发突变，所以进化的基础纯粹是偶然性；进化即便发生了，也始终体现了生命最本质的东西——不变性；进化虽然是通过自然选择而进行的，但是归根结底在于实现原始祖先所追求的某种目的或计划，等等。他在提出这些怪论的同时，宣称他是赞同现代达尔文主义的。

现在要问：莫诺的进化观跟现代的达尔文主义一致吗？

我们知道，现代达尔文主义是达尔文所创立的选择学说的发展。达尔文选择学说的基本原理，分析起来，包括三类当时已知的事实和两个以后得到充分论证的推论。第一类事实事实是：生物都有以几何级数增加个体数目的倾向，后代的个体数目总会比亲代多，表现生殖过剩的趋势。第二类事实是：由于空间和食物的限制，每种生物在累代中都大体保持相对稳定的数量。基于这两类事实，达尔文得出一个推论，生物之间必然存在着生存斗争，即生物为自己的生存和传留后代必然进行斗争或竞争。在生存斗争中

必然有大批的死亡。第三类事实是：一切生物之间都广泛地表现各种变异，包括对生存有利的变异和不利的变异。基于普遍存在的斗争和变异，达尔文得出另一个推论：在生存斗争中有利的变异会得到保存和传给后代，有害的变异会受到淘汰。这就是自然选择。通过自然选择的历史过程，轻微的变异会逐渐累积成显著的变异，引起生物类型的变化，由此形成新的物种，以后又在新物种的基础上继续进化。

现代达尔文主义是综合的进化论。首先是达尔文学说和基因学说的结合。在发展中几乎生物学的每一学科对现代达尔文主义都有贡献。现代达尔文主义虽然存在着若干学派，但都接受达尔文选择学说，不过在某些方面有些重要的补充和发展罢了。概括起来，主要的补充和发展如下：阐明了遗传和变异的规律和原理，这些大半是达尔文所不了解的；分析了自然选择的实质不是最适者生存，不是一种变异对另一种变异的简单的代替，而是不同变异之间的不同的生殖率；强调了隔离特别是地理隔离在物种起源中的重要性；分析了物种形成的多种途径，等等。

达尔文学说也好，现代达尔文主义也好，尽管存在着这样或那样的缺点错误，都是跟不变论和目的论不相容的，都把进化看做是生命的基本特征之一，非有不可。莫诺片面地抓住遗传物质即去氧核糖核酸(DNA)分子能够忠实复制自己，又能通过RNA作为蛋白质合成的样板以及基因只能偶而突变这些事实，大做文章，否定进化的必然性。这不是偶然的，而是跟他的哲学观点紧密相关的，值得分析讨论。

进化的生物学意义

按照莫诺的意见，由于生命的基础是一种异常保守的机构，生命可以依靠生殖的不变性而得到不断的延续，所以进化对于生命并不是必需的，不是必然的。他这样写着："现代理论认为进化

不是生命的一个属性，因为它是从生命保守机构的不完善中所产生的。"[16]（第113页）在这里，他以现代理论的代表自居，宣判了进化的死刑。

现在要问：进化的生物学意义是什么？换句话说，进化对于生命自然界是必然的现象？还是单纯的偶然？没有进化，生命能够延续吗？

很清楚，没有进化，离开了进化，地球上的生命不可能存在到现在，也没有继续存在的前景。

为什么呢？

第一，任何个体或物种的生命都是有限的。地球上没有长生不死的个体，也没有永存的物种[17]。

第二，任何生物都不能离开环境而生存，生物和环境之间有着千丝万缕的联系，经常存在着这样那样的矛盾。生物在生活过程中必须处理好这些矛盾。在这里，总的问题就是适应的问题。

第三，环境不断在发生变化，生物要能生存必须不断地适应变化的环境。依靠什么来适应变化的环境呢？依靠群体中不断发生的变异[5]。

生物史的材料告诉我们，地球上生命的历史至少有三十几亿年[4]。在这悠长的岁月里，生命是连续的。

怎样连续呢？

主要依靠三种方式或途径：一是依靠群体，不是依靠个体。只要群体存在，许多个体死了，物种的生命还是存在的。二是依靠生殖作用，产生后代，使生命存在于后代之中。三是依靠变异。这因为同类生同类的遗传现象总是相对的，不是绝对的，生物所产生的后代，不仅跟亲本有所差异，而且彼此有所差异。这种差异即变异就是自然选择的对象。

不言而喻，上述这些方式是彼此密切联系在一起的。在历史的过程中，通过自然选择，旧的生物类型就不断地演变出新的生物类型。这是说，生命自然界总是在不断地变，不断地推陈出新。

一句话，进化并不是无缘无故地偶然地发生的，而是根据具体的原因而必然发生的。进化之所以是必然的，一是由于生物总有变异，而不同变异实际上就是群体内部的矛盾，这通常也叫做遗传(指原有的变异)和变异(指新发生的变异)的矛盾；二是由于生物和环境之间总有矛盾。唯物辩证法认为，**“世界是由矛盾组成的。没有矛盾就没有世界。”**生命自然界正是如此，由于生命自然界普遍存在着矛盾，生物在解决矛盾中总要逐渐演变，所以进化是不可避免的。因此，不言而喻，进化是生命的一个基本特征。生命只能存在于进化的洪流之中，由简单到复杂，由低级到高级，由少数生物类型到形形色色的生物界。

进化的遗传基础

莫诺认为进化的遗传基础就是染色体上的基因，而且就是结构基因。仿佛一个结构基因的偶然突变和偶然的累积，就可以把一种生物转化成其他生物。

现代达尔文主义指出，进化的基本内容就是自然选择。自然选择是根据生物的特点，也就是在生物已有遗传物质的基础上进行的，不是杂乱无章的。还有，突变包括基因突变在内，都有必然性的基础，而且都有其变化的范围[2]。所以原核生物例如细菌或蓝藻不会由于少数基因突变而突然演变成真核生物，例如眼虫或变形虫。这因为原核生物和真核生物差异很大，任何偶然性也不可能一下子实现这个转化。

还有，现在已充分了解，遗传的物质基础至少在大多数植物里包括三个系统：染色体系统、线粒体系统和叶绿体系统。后两者属于细胞核以外即核外遗传的范畴。它们的共同之处就是都以核酸而且主要是去氧核糖核酸（DNA）作为遗传信息的载体，而且在活动中彼此是相互联系相互制约的。

从进化的观点看问题，核外遗传物质的变化也是重要的。这

在植物里看得特别清楚。比方说，衣藻细胞只含有一个叶绿体，其他具有叶绿体的绿色植物都含有数目不等的叶绿体。这种数目上的差异显然有进化的意义。另一种单细胞藻 *Pedinomonas*[1)]，细胞只含有一个线粒体，其他具有线粒体的真核生物都含有许多线粒体。这种数目上的差异也不能没有进化的意义。动物和植物的重要区别之一就在于叶绿素的有无。

叶绿体基因和线粒体基因也会发生突变，提供进化的材料。这是一。第二，某些外界条件可以引起这种细胞质基因的一定变化。例如，链霉素可以使叶绿体的某些基因发生突变，使不能合成叶绿素。吖啶类化学品（acridines）可以使线粒体的有关基因发生突变，结果不能进行有氧呼吸。

还有，某些细胞质基因的突变可以造成这样的细胞质状态，使它跟不同物种的细胞核不能协作，造成远缘杂交的不育。这种变化显然对于物种的形成是有利的。在植物中，如月见草、柳叶菜和好望角苣苔（*Streplocarpus*）等就有这种情况。在动物中，尖音库蚊（*Culex pipiens*）的若干不同的亚种也表现相似的情况[13]。

还有，染色体的遗传系统虽然是主要的遗传系统，但是这个系统也要进化，结构基因也有自己的进化史[14]。这是一。第二，染色体系统的进化并不象莫诺所片面强调的那样，只限于结构基因。

用细菌做实验，曾发现一种不同于寻常的突变[12]。实验是这样做的：把大量的细菌接种在特殊的培养基上，这种培养基含有这种细菌所不能利用的有机物，而缺少其他可利用的有机物。在这种新的环境中，绝大部分细菌由于绝粮而死亡，只有很少数的细菌活下来。从分析知道，这些活下来的突变型含有一些具有调节作用的 DNA 片断，使细菌细胞能够产生出有关的酶来分解培养基里一般细菌所不能利用的有机物。以后再经过一段时间的继

1）这是一种比较原始的鞭毛，很少见，细胞很小，只有一根鞭毛，淡水产。

续培养，得到另一种突变型。从分析知道，这是由于个别细菌的有关的结构基因发生突变的结果。于是这新的突变型能够更有效地产生出有关的酶，使细菌生活得更好。这表明在生物进化中，具有调节作用的 DNA 片断的演变也是重要的。

支持这种论点的现在已有不少材料。例如，人和黑猩猩在生活方式上，这主要表现在能不能制造工具进行劳动上，以及在手的结构、大脑的发育和思维能力等方面区别很大，因此在分类学上它们被列为不同的科。这是正确的。可是分析这两种动物的44种蛋白质，发现它们有99%是相同的[11]。不言而喻，这表明有关的结构基因是相同的，因为结构基因是产生蛋白质的样板。这就是说：分子生物学的分析结果跟分类的等级相矛盾。这是怎么一回事呢？原来作为进化的遗传基础的并不限于结构基因。把染色体的功能简化还原成只是结构基因的作用，这是很不全面的。这是只看到树木（实际上连树木也没有看得比较仔细），没有看到森林。现代遗传学的研究指出，人的染色体是 $2n=46$，黑猩猩的染色体是 $2n=48$。如果承认人类和类人猿有共同的祖先，那么就不能不承认染色体数目的变化，也是物种分化的重要根据之一。还有，从细胞学分析知道，人和黑猩猩的染色体在许多内部结构上有明显的差异，许多差异是起源于染色体某些区段的倒位。由于这些结构上的差异就影响了结构基因发生作用的时间和地点，从而影响了个体发育的过程。这是说，具有调节作用的 DNA 区段的变化也是遗传基础进化的基本内容之一。

多倍体，特别是在植物进化中很重要。现在有许多材料表明多倍体的起源是有规律的。例如，大多数多倍体植物是起源于配子没有经过正常的减数分裂，即二倍体植物所产生的配子中有一部分是 $2n$。如果发生了这样的受精作用：$2n+n$，那末就出现了三倍体植株了。在这里，$2n$ 通常是卵子，而 n 是精子。其他多倍体可以在这基础上出现[8]。

从上述的材料可以知道，遗传基础的进化并不局限于染色体

遗传系统的演变，还应该包括核外遗传系统的演变。这是一。第二，就染色体遗传系统的演变讲，也不是只限于结构基因的变化，还应该包括染色体数目和结构的变化，以及结构基因以外的其他DNA区段。例如调节基因和其他基因的变化。而且各方面的变化要在生物进化中成为有利的变异而发生作用，它们必须彼此相互联系、相互制约，以保证细胞或生物体能够成为一个对立统一的完整体系。

由此可见，莫诺把结构基因的突变看做进化的唯一基础，而不考虑整个染色体、整个遗传基础的变化是多么片面和表面。这个缺点不是偶然发生的，而是跟他的主观唯心主义观点有联系的。毛主席在《矛盾论》里指出：**“片面性、表面性也是主观性，因为一切客观事物本来是相互联系的和具有内部规律的，人们不去如实地反映这些情况，而只是片面地或表面地去看它们，不认识事物的互相联系，不认识事物的内部规律，所以这种方法是主观主义的。”**莫诺不就是犯了这样的错误吗?!

进化与目的论

现代达尔文主义认为适应是生命自然界中的一种合理现象，是自然选择所产生的。各种生物都在通过自然选择，不断地改进自己跟周围环境的关系。表面看来，生物的构造及其功能仿佛赋有目的，某些生物仿佛为着另一些生物而生存。比方说，绿色植物的细胞含有叶绿素，适于进行光合作用。这种合理现象是通过自然选择的历史产物，并不是植物主动追求而获得的。还有，植物的光合作用产生出有机物和氧气，有利于动物的生存和发展。这种生态关系也是通过自然选择的历史产物，并不是植物为了动物的生活才去进行光合作用的。这是说自然选择的活动跟什么计划和目的不相干，它所保存的变异只是对目前的生存有利[10]。因此，自然选择所保存的变异也可能将来对物种的发展不利。爱尔

兰大鹿的鹿角发达对生存有利，但鹿角愈长愈大，后来成为负担，这大概就是这种生物绝灭的原因之一[7]。

莫诺站在目的论的立场上来看待生命中的合理现象。他认为基因突变虽然是偶发的，但是自然选择只挑出合乎祖先目的要求的某些突变来改进生物的结构和功能，以实现祖先所原定的目的或计划。所以他提出这样奇怪的论点："进化似乎在完成一种图案，似乎在实现一种'计划'，就是在实现和扩大某些生物祖先所'梦想'的计划。"（第115页）

又是一个"梦想"！他以前曾说细胞有"梦想"，说什么细胞的梦想在于变成两个细胞。这里他说生物有梦想，这就不足为怪了。

依他看来，各种生物的结构和功能都在为着实现某种梦想或目的而逐渐发展。他怎样解释陆上脊椎动物的进化呢？他认为陆上脊椎动物的进化在于实现其祖先即某种古代鱼类的梦想。他这样写着："这原来是因为有一种原始的鱼，他'愿意'到陆上来作些探险，它在陆上只能做些笨拙的跳动。这种鱼由于行为的改变（指由游泳改为在陆上跳动——本文作者）就由此创造出选择的压力（指选出能跳动较好的个体，使有后代——本文作者），产生出四脚动物的强有力的四肢。在这个勇敢的探险者，即进化的麦哲伦[1]的后代中，就出现了各种各样的非常能干的，特别非常善于活动的生物类型。在这些生物类型中，有的每小时能跑50英里[2]，有的以异常的敏捷爬上树，有的征服了天空，各以奇妙的方式实现、延伸和扩大了鱼这个祖宗的梦想。"（第121页）接着，他以同样的目的论幻想，谈了马的进化。他写着："马的祖先在很早的时候，挑选了广阔的平原为生，并在敌人到来时，它挑选了逃跑的办法而不是采用斗争或隐藏的办法来对付敌人，结果现代马就经

1）麦哲伦，葡萄牙人，是十五到十六世纪有名的探险家、船海家。

2）1英里＝1609.344米

历了由许多简化阶段所组成的长期进化，到今天就用单趾行走了。”（第122页）

好一个“挑选”！这就是说，依他看来，马的祖先朝一定的方向发展，即由多趾到单趾这种简化式的进化，既不取决于始祖马的遗传基础，也不取决于外界的生态条件，而是定会取决于它自己的挑选。这是说，始祖马的意愿决定了它的进化方向。这不是赤裸裸的目的论吗？

按照目的论看来，每种生物都是为着一定目的而存在的。过去法国动物学者居维叶（1769——1832）就认为鱼类的存在是为了提供人类的食物。英国地质学者赖尔（1797——1875）认为各种家畜是为了给人使用才设计出来的。这是人类中心说的目的论。从古以来，在阶级社会里就流行着非常可笑的目的论。所以恩格斯在《自然辩证法》里谈到牛顿时期的目的论时指出：**“这一时期的自然科学所达到的最高的普遍的思想，是关于自然界安排的合目的性的思想，是浅薄的沃尔弗式的目的论，根据这种理论，猫被创造出来是为了吃老鼠，老鼠被创造出来是为了给猫吃，而整个自然界被创造出来是为了证明造物主的智慧。”**看来用分子生物学的一些成就来论证目的论的莫诺，用心良苦，结果却是竹篮打水一场空。

值得指出，自然选择学说跟目的论是势不两立的。达尔文曾用这个科学理论完满地解释了生物多样性和适应性（合理性）的起源，打倒了目的论。他在《物种起源》的最后一章里指出[6]：“因为自然选择由竞争而发生作用，它只在各个地方的生物与其同住者的关系中使前者发生适应和改进；所以我们不必惊奇于任何一个地方的物种，虽然按照通常的观点被假定是为了那个地区创造出来而特别适应那个地区的，却被从其他地方进来的归化生物所打倒和排挤掉。我们也不必惊奇于自然界里的一切设计，甚至象人类的眼睛，就我们所能判断的来说，并不是绝对完全的；或者它们有些与我们的适应观念不相容，也不足为怪。”这因为自

然选择不会产生尽善尽美的适应。所以目的论者所设想的合目的性是根本不存在的。既然如此，目的论就不能成立了。所以恩格斯在给马克思的信里说：**“我现在正在读达尔文的著作，写得简直好极了。目的论过去有一个方面还没有被驳倒，而现在被驳倒了。”**

由此可见，莫诺企图调和唯物主义的自然选择学说和唯心主义的目的论，虽然费尽心机，却完全是徒劳的。

进化与不变论

现代生物学的丰富材料论证了：生命自然界存在变和不变的对立统一。但是历史地看问题，变是绝对的，是生物史的主流，不变是相对的，暂时的[3]。所以进化论和不变论是势不两立的。

莫诺却持完全相反的见解。他指出，作为进化最原始材料的突变，总的看来，还是很多的，但是什么突变会被自然选择所保留，这好比是赌场里中彩票，完全碰机会，靠运气，根本没有规律可说。

另一方面，他看到了生命的统一性和若干生物类型的比较大的稳定性，就认为这些都是不变论的好证据，于是他站在不变论的立场说什么：“考虑到彩票规模之大（指突变之多——本文作者），考虑到自然抓签的速度(指自然选择的速度——本文作者)，难于解释的奇异而又实在互相矛盾的事情是：构成生物界的怎么不是进化，而是类型的稳定性。”(第117页)换句话说，莫诺所看到的生物界不是变动不居的世界，而是静止的世界，不是进化，而是高度的稳定、不变。这真是“伟大的”发现！

紧接着，他指出：“我们知道，动物界主要门类的结构轮廓在寒武纪结束时即距今5亿年前就分化好了。”（第117页）这就是说，他认为动物界的主要门类从各门无脊椎动物到脊椎动物在5亿年前一下子都出现了，并且以后都保持基本不变。

一句话，莫诺认为生物史的主要特征不是进化，而是不变，

是生物类型的永远稳定性。

这符合生物史的实际情况吗？答案是完全否定的。第一，前面已经讲过，生物史的主要特征是生物类型的推陈出新，是变，是发展。

第二，动物的主要门类并不是都在寒武纪出现。一些重要的门类例如腔肠动物和环形动物等比较低等的无脊椎动物在前寒武纪时期早就出现了[18]。据最近估计，原生动物至迟在12亿年前就出现了[9]。

第三，寒武纪是一个很长的地质时期大约为1亿年，动物在过去即寒武纪以前长期进化的基础上，在1亿年左右的时间里，逐步分化出若干基本门类，是很可能的，但是并不是全部都几乎同时出现。象鱼类这样重要的早期脊椎动物是在寒武纪以后才出现的。

第四，在寒武纪出现的动物门类以后也经历了巨大的变化，例如，在当时大量出现的节肢动物如三叶虫，形态古怪，是水生动物。以后经历了许多变化，才出现陆上的节肢动物如昆虫。三叶虫和昆虫虽然有若干基本相似的特征，但是它们的区别很大，一目了然。这是变的证据，是不变论的否定。

第五，在动物史中曾有过几次所谓"危机"[19]，大量的动物发生绝灭。例如志留纪末期无颌类的绝灭，二叠纪末期三叶虫的绝灭，中生代末期恐龙的绝灭等。这些动物类型的消失也是不变论的否定。

第六，他没有提到植物的的进化史。为什么？难道植物不包括在生物进化之中吗？不是，原来他不提到植物，有他难言的苦衷。这因为植物界各主要门类的的出现顺序在时间上差别很大[18]，根本不符合他的不变论的要求。所以很清楚，他是戴着不变论的眼镜来挑选材料的，挑出几个他所需要的所谓科学事实来论证他的形而上学观点。

为了支持他的不变论，他还特别提到两种动物：一是海豆芽，

说它经历了四亿五千万年保持不变；一是牡蛎，说它经历了一亿五千万年保持不变。

这两种动物真是不变吗？不见得。第一，象远古时代就开始出现的海豆芽和牡蛎能长期保持相对稳定性的，在动物界中是少数。第二，古代和现代的生物类型在外表上的相似并不意味着这些生物的内部结构和功能是完全没有发生过变化的。达尔文早就提出这个问题，以下就要讲到。

属于外表上相似的类型，细菌就是一个例子。最早的细菌化石出现于大约32亿年前。从外形讲，它跟现代的某些细菌很相似[4]。能不能由此得出结论，说它们没有发生过变化呢？显然不能。我们知道，生物学上有"隐种"现象。所谓隐种是指外形上很难区别而不进行杂交或杂交不育的两个生物群体；从形态上讲，它们属于同一个物种；从遗传学的观点讲，它们已经达到生殖隔离，即不杂交性，属于不同的物种，这就是隐种名称的来源。隐种的存在说明了内容（遗传基础）的变化不一定都立即有形式（形态结构）的变化[7]。这也说明了生物进化方式的多样性。

当然，在生物的进化中并不是所有的生物类型都向上发展。关于低等和高等生物并存、退化和进步同时存在的生物学现象，达尔文在《物种起源》里已提出了令人满意的解释。他这样写着："根据我们的理论，下等生物的继续存在是不难解释的，因为自然选择即最适者生存，不一定包含进步性的发展——自然选择只掣取有利于处在复杂生活关系中的生物的那些变异。那末可以问，高等构造对于一种浸液小虫，以及对于一种肠寄生虫，甚至对一种蚯蚓，照我们所知道的，究竟有什么利益？如果没有利益，这些类型由于自然选择，便没有改进，或者很少改进，并且可能保持它们今日那样的下等状态到无限时期。"

接着，达尔文指出，即便下等生物也是在进化之中的。他这样写着："如果假定许多今日生存着的下等类型，大多数自从生命的初期以来就丝毫没有进步，也是极端粗率的；因为每一个曾经

解剖过现今被列为最下等生物的自然学者们，没有不被它们的确系奇异而美妙的体制所打动。”

莫诺为了强调生物进化中的不变性，还指出细胞的不变性。他写道：“最后，人们可以估计今天的细胞，它以其基本的化学体制（从遗传密码到复杂的翻译机构开始）的不变性为特征，已经存在了20—30亿年，在所有这期间，它提供了强有力的分子控制网来保证其功能的相互协调。”（第117页）

细胞真是这样不变吗？地球上只有一种细胞吗？

回答是否定的。第一，同是细胞，原核细胞和真核细胞有着若干重大的区别。据估计，一个动物细胞的 DNA 含量比一个原核细胞如细菌的 DNA 含量大约多了750—1 000倍。这量的增加意味着质的差异。真核细胞至少增加了以下的遗传信息：结构基因的增多，由此增添了许多新的有机物，也由此增加了跟染色体 DNA 结合在一起的组蛋白和其他蛋白质；增加了调节作用的基因和 DNA 的其他片断，由此产生出新的器官，并引起生殖隔离即不杂交性等。原核细胞没有核膜、线粒体、高尔基体和内质网等。

第二，各种真核细胞虽然有基本相似的结构，但植物细胞几乎都具有由纤维素所组成的细胞壁，动物细胞一般没有这样的细胞壁。与此有关的是：植物细胞所分泌的大分子主要是纤维素，蛋白质的含量很少；动物细胞所分泌的大分子主要是蛋白质，还有一些脂质。

第三，真核细胞虽然具有大部分相似的细胞器，但是植物细胞大都还含有叶绿体，动物细胞不含有叶绿体。植物细胞的高尔基体一般是分散的，动物细胞的高尔基体大都集中在中心体附近。

以上这些差异意味着细胞的多样性。还有，不同种类的生物，实际上其细胞必定有所差异。

总之，细胞的统一性和多样性是生物界的两个基本特征，是生命发展的辩证统一。统一性意味着共同的起源，支持了唯物主义的一元论。多样性是生物进化的见证。莫诺把细胞的多样性置之

不顾，把统一性说成不变性，这是他的形而上学世界观的必然反映。

从机械唯物主义到唯心主义

莫诺在进化问题上所提出的种种奇谈怪论，既背离了生物学事实，当然也跟进化论原理格格不入。他的进化观分析起来，是跟机械唯物主义和唯心主义分不开的。

他的机械主义特别清楚地表现在"还原论"上。还原论是分子生物学时代的一股潮流，其特点就是把复杂的生命现象简化还原成理化作用。否认质变、飞跃。其矛头是指向马克思主义，反对唯物辩证法的。

莫诺的还原论观点表现在许多方面。例如，他抄袭过去时代特别是十八世纪法国某些机械主义者的论点，把生物包括人在内看成一种机器[1]。他说："生物就是一种化学的机器。"（第51页）

什么样的化学机器呢？他指出，这种机器的基础就是DNA分子，它能不变地复制自己，而它所含的遗传密码、遗传信息代表着祖先所追求的一定计划和目的。他说："蛋白质就是实现生物中这种合目的性的主要的分子工具。"（第51页），所以有了什么DNA，就有什么蛋白质；有了蛋白质就能组成实现各种目的或计划器官。一句话，生命活动全部由DNA所决定，其他物质、外界条件都是完全被动的。

依他看来，热力学的第二定律完全适用于生物的进化。热力学第二定律的基本论点是热量的扩散会使孤立系统里的热量状态趋于平衡，即趋于无序状态，而这个过程是不可逆的。生物进化过程也同样表现不可逆性。

很清楚，这些还原论的论点都是似是而非的，没有科学根据。第一，生物虽然在活动的若干方面有如机器，但是有哪一种人造

1）法国唯物主义者拉美特利（1709—1751）于1747年发表《人即机器》一书。

的机器能够靠新陈代谢而存在呢？有哪一种人造的机器能够在新陈代谢的基础上进行生殖和发生变异呢？有哪一种人造的机器能够在历史过程中适应变化的环境而逐渐进化呢？

第二，DNA 虽然是主要的信息源，但是什么信息在何时何地发生作用是受周围的条件制约的。还有，在细胞质里也有一些 DNA 信息源，RNA 也是一种信息源。至于蛋白质作为 DNA 实现某种目的或计划的论点，那更是无稽之谈。

第三，热力学第二定律虽然在某些方面也在生物体里发生作用，假如热能由较高的部分或器官向周围扩散趋于均匀。但是生物进化的不可逆性跟热力学第二定律所讲的不可逆性是水平完全不同的两回事[15]。生物进化的不可逆性讲的是进化不能走回头路，例如，起源于鱼类的陆上脊椎动物从两栖类到哺乳类不能再演变成鱼类。人类起源于古猿，但是不管如何进化再也不能退回到古猿状态。生命的起源和发展实际上是从无秩序（例如无生物学秩序）到有秩序，是从一个层次发展到更高的层次，例如从非生命的大分子到原始蛋白体，到细胞，到多细胞有机体等等，每前进一步，组织性愈高，工作效果愈大。这种演变实际上否定了热力学第二定律，出现了更高的规律，即生物学规律。

莫诺并不停留在还原论上，他的哲学观点还充分表现在以目的论为中心的唯心主义。而且他的唯心主义还鲜明地盖着柏拉图的印记。柏拉图唯心主义的基本论点是主张宇宙间存在着永远不变的"理念"、"模式"，而各种现象都是那永恒的理想、模式的不同表现[15]。莫诺的进化观又何尝不是这样呢？

第一，他主张不变性是生命最基本的属性、特征，生物的进化离不开不变性的范畴。

第二，他实际上是提出模式的概念来支持他的形而上学的不变论。他所提到的在寒武纪出现的主要动物门类就是动物的各模式。

第三，他用目的论的思想来说明生物的进化。说动物有什么

梦想啦，计划啦，挑选啦，等等，充满了唯心主义的神秘气息。

与此有关的是他对人类的起源、科学的起源等等也都提出了唯心主义的见解。比方说，他怎样解释文化科学的发生呢？他认为文化科学都来源于人类祖先所具有的对环境事物有追根问底的迫切要求，即所谓好奇心。所以他说："我们就是这种人的后裔，大概就从他们那里，我们遗传下解释事物的要求，这种巨大的心理不安宁迫使我们去探索生存的意义。同样，这种不安宁就创造出一切神话、一切宗教、一切哲学和科学本身。"（等156页）这就是说，依他看来，神话、科学等等都来源于好奇心或心理上的不安宁！

文化科学真是这样起源的吗？如果这样，那末科学为什么要在社会发展到一定阶段才有呢？难道人类祖先到那时才突然出现好奇心吗？显然不是。

科学的发展史告诉我们，科学根本不是凭着所谓天才的好奇心或灵机一动而一下子出现的，科学的起源和发展是跟社会的发展分不开的，是跟人们社会实践分不开的。科学是人类所特有的，是社会实践经验的总结。但是并不是一有人类，就有科学。也不是一有经验，就有科学。人类由社会实践所获得的经验要通过一个逐渐积累和提高到理论的过程，才能逐渐产生科学。任何科学都包括一些理论和原理，而理论和原理是从经验而来的，是社会实践的总结。就自然科学讲，其起源首先要追溯到人类随着生产力的发展所开展的技术活动及由这种活动所累积的经验、知识。所以科学的起源问题本质上就是人的正确思想的起源问题。人的正确思想是怎样来的呢？毛主席指出：**"人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。"**不同的社会发展水平有不同的技术经验和科学成就。把科学文化的起源发展归于好奇心是毫无根据的。

恩格斯在《反杜林论》里指出：**"和其他一切科学一样，数学是从人的需要中产生的：是从丈量土地和测量容积，从计算时间和制造器皿产生的。"**关于科学的起源和发展，恩格斯在《自然辩证法》

里又指出：**"科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。"**人类全部科学史完全支持辩证唯物主义关于科学起源和发展的观点。

别的不说，就说莫诺所研究的遗传学吧，它是怎样起源的呢？遗传学知识是从哪里来的呢？难道是从人类祖先的好奇心或心理上的不安宁而来的吗？显然不是。遗传学知识来源于生产实践和科学实验。我国开化很早。我国劳动人民从古代起，由于畜牧业和农业的发展，通过许多育种的生产实践和科学实验，逐渐累积了对生物的变异和遗传的知识，并由此总结出人工选择的原理来指导生产。所以达尔文在《物种起源》里指出："我看到一部中国古代的百科全书清楚记载选择原理。"十八、十九世纪的西欧，由于农业生产实践的需要，广泛进行了杂交育种实验。现代遗传学的奠基人孟德尔就是通过豌豆若干不同品种的杂交育种实验而总结出遗传因子（即基因）的分离规律和自由组合规律的。难道莫诺不知道这个简明的历史吗？

那末，莫诺为什么提出不符合事实的论点呢？还要从他的世界观里找答案。

恩格斯在《自然辩证法》里一针见血的指出：**"不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。问题只在于：他们是愿意受某种坏的时髦哲学的支配，还是愿意受一种建立在通晓思维的历史和成就的基础上的理论思维的支配。"**现在，支配莫诺的思维的正是在资本主义社会盛行的还原论和唯心主义。

由于马克思主义触犯了他的阶级利益，他就乞灵于还原论和唯心主义来反对唯物辩证法。

由于资本主义社会的动荡不安，他感到不安宁，而资产阶级哲学又不能帮助他看到人类的光辉未来和人民的幸福前途，于是他感到非常悲观失望。他指出，十九世纪的科学家当时看到科学会导致人类社会巨大发展，"然而今天在我们面前所看到的却是黑暗的深渊。"（第159页）从资产阶级的反动立场看未来，前途确实是一片漆黑。但是，进化的车轮总是滚滚向前，历史是无情的，

依靠剥削为生的资产阶级是注定要灭亡的，资产阶级的代言人悲伤或歪曲科学事实都无济于事。沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春。这就是历史的辩证法。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、江乃萼，1976。略谈生命的属性：一评莫诺的《偶然性与必然性》。遗传学报，3 (2): 100—109.

[2] 方宗熙、江乃萼，1977。突变的必然性与偶然性：再评莫诺的《偶然性与必然性》。遗传学报，4 (1): 12—21.

[3] 陈世骧，1975。生物进化的辩证法。《科学通报》1975年8日。

[4] Barghoorn, Z. S., 1971. The oldest fossils. *Sci. Am.* **224** (5).

[5] Clarke, B., 1975. The causes of biological diversity. *Sci. Am.*, **233** (2).

[6] Darwin, C., 1859. On the Origin of Species. (《物种起源》译本根据1872年的修订版。本文引用三联书店译本)。

[7] Dobzhansky, T., 1955. Evolution, Genetics, and Man. John Wiley & Sons, Inc. N. Y., pp. 188—9.

[8] Harlan, J. R. and J. M. J. deWet. 1975. The origins of polyploidy. *The Bot. Rev.*, 41 (4).

[9] Hutchinson, G. E., 1970. The biosphere, *Sci. Am.*, **223** (3).

[10] Huxley, J., 1942. Evolution: the modern synthesis pp. 412—485. George Allen & Uniwin Ltd. London.

[11] King, M. and A. C. Wilson, 1975. Evolution at two levels in humans and chimpanzees. *Science*, **188** (4184): 107—116.

[12] Kolata, G. B., 1975. Evolution of DNA: Changes in gene regulation. *Science*. **189** (4201): 446—447.

[13] Jinks, J. L., 1964. Extrachromosomal Inheritance. Prentice-Hall, Inc. London, 162—167.

[14] Markert, C. L., et al., 1975. Evolution of a gene. *Science*, **189** (4197).

[15] Mayr, E., 1963. Animal Species and Evolution. pp. 1—6; 31—58. The Belknap Press of Harvard Uni. Press. USA.

[16] Monod, J., 1972. Chance and Necessity. Collins, London.

[17] Myers, N., 1976. An expanded approach to the problem of disappearing species. *Science*, **193** (4249).

[18] Simpson, G. G. and W. S. Beck, 1965. Life: an introduction to biology pp. 747—790. Harcourt, Brace & World, Inc. USA.

[19] Tappan, H., 1972. Faunal extinction. McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology 1972. pp. 214—217.

本文合作者：江乃萼

海带配子体无性生殖系培育成功

无性生殖系或无性繁殖系也叫克隆（clone）。其生物学特点是，只有一个亲本，都由无性生殖方式传下后代，其遗传性彼此一致。地瓜、土豆等各品种是无性生殖系，产生抗菌素的青霉、链霉各品系是无性生殖系，科学研究所用的大肠杆菌等各品系也是无性生殖系，无性生殖系由于具有独特的一致的遗传性，在工农业生产上和在科学实验上都有其价值。

几年来，我们进行了海带单倍体遗传育种的探索性工作，取得了海带孤雌生殖的材料[1]。最近我们又发现有一部分海带雌配子体在单个配子体分离培养的条件下，能够比较长期地进行营养生长，即不断进行细胞分裂，而迟迟不成熟排卵。这在某些物理化学条件（例如维生素C处理[2]，低温的连续光照和较高温度等[3]）下更加如此。于是我们进行了比较系统的工作，发现在一部分配子体中，从单个雌配子体或单个雄配子体都可以分别长成多细胞的复杂分枝体或簇状体。接着，我们把一个复杂的分枝体或簇状体撕开，分成数以百计或千计的丝状体或分枝体，进行培养。这些个体在适宜的条件（例如低温的连续光照）下，又能继续进行营养生长，经过2个月左右，又都能长成复杂的分枝体或簇状体。这样就出现了海带配子体的无性生殖系（即克隆）。在我们的实验室里已分别建立了若干雌配子体的无性生殖系和雄配子体的无性生殖系。

海带配子体无性生殖系有这样的特点：①每一个无性生殖系都起源于一个细胞，一个配子体，其遗传性是一致的，而且其主要遗传基础都是单倍体，n＝22（图1）。②这种无性生殖系生活力

正常，在适宜条件下能长期进行营养生长，不断地产生许多后代，这就把一般是短命的海带配子体转化成长寿的配子体。这个转化对科学研究很有用，使利用配子体进行的科学研究摆脱了季节性的限制，于是海带遗传育种以及其他有关的生理生态实验可以随时进行。③无性生殖系都保留了原来的性别，这有利于海带杂种优势的研究和在生产上的利用。④它们在适宜于成熟的条件下，例如从连续光照转入正常光照，从较高温度转入较低温度(如8—12℃)，都能长出孢子体。长出孢子体的过程在雌雄配子体中有所不同：雌性的无性生殖系由孤雌生殖产生出孢子体，而雄性的无性生殖系则进行无配子生殖，大多由分枝体的顶部细胞膨大，不产生精子，直接经过细胞分裂而逐渐长成孢子体。这种情况跟厚叶翅藻的单性生殖相似[5]。⑤它们在一定条件下都是未分化的细胞，细胞数目很大，可以应用微生物学方法进行实验。

这样的无性生殖系不仅有学术上的意义，而且有实践上的价值。比方说，①可以利用它进行单倍体育种，培育纯种海带(图2)，并已取得了成果。②可以利用它进行诱变育种，如辐射育种、激光育种等。由于这种材料是单倍体，诱变较易收效，我们正在利用它进行一些探索性工作。③可以利用它进行其他遗传实验和生理生态实验。

上面提到，在雌配子体中，只有一部分个体比较容易形成无性生殖系，其他个体则较快成熟，形成卵囊，进行排卵，进而发育成孢子体。我们认为这种不同的反应，主要由于不同的配子体的遗传性彼此有所差异。与此相联系的是我们所用的种海带是杂种性较高的孢子体，这种孢子体所产生的孢子及由这种孢子所萌发长成的配子体，由于遗传规律的作用，在遗传性上是会表现出多样性的。不同的遗传性对同一环境条件有不同的表现型，这是可以理解的。

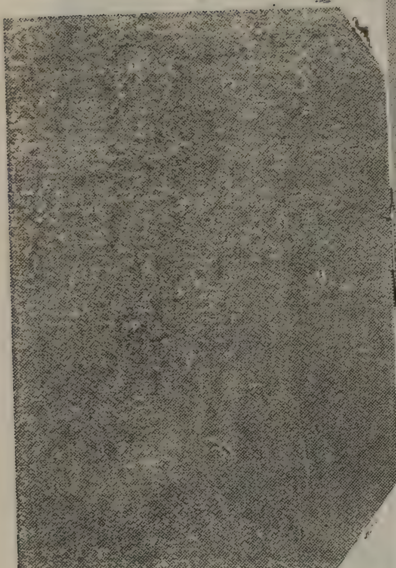


图 1　海带雌配子体无性生殖系细胞的染色体

n=22，表示染色体是单倍体

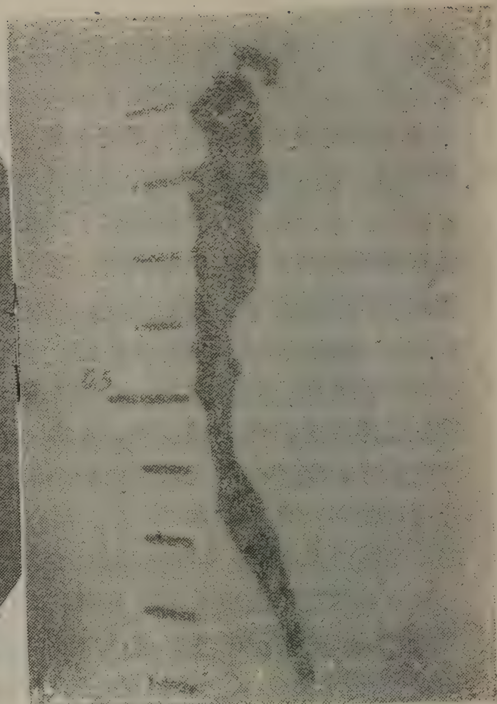


图 2　海带雌配子体无性生殖系由孤雌生殖所长成的海带

这是在海里生长半年后的情况。成熟时，它能产生正常的孢子

本文海上培养材料承阎虹同志照象，特此致谢

参 考 文 献

[1] 戴继勋、方宗熙，1976。遗传学报，**3** (1)。
[2] 方宗熙、江乃萼，1974。植物学报，**16** (4)。
[3] 曾呈奎、吴超元主编，1962。海带养殖学。科学出版社。
[4] Abe, K., 1939. *Growth* (ed. Attman, P. L. & Dittmer, D. S.), Fed. Amer. Soc. Exp. Biol. USA. 28—29.
[5] Nakahara, H., & Nakamura, Y., 1973. *Marine Biol.*, **18** (4). 327—332.

本文合作者：欧毓麟　崔竞进　戴继勋

海带单倍体遗传育种的实验

摘　要

通过一系列的实验，包括对海带雌雄配子体的分离培养，促进其细胞分裂和单性生殖以及对由此长成的孢子体的海上培养，取得了三方面的成果：①探索出用海带单个配子体进行单倍体育种的一套方法，可以加快育种的进度；②首次获得了海带雌性孢子体，由此推知海带孢子体的雌雄性各有遗传基础，而且可以分开，这为杂种优势的利用提供了条件；③首次培育出若干雌雄配子体的无性生殖系，把短命的配子体转化为长寿的配子体，使利用海带配子体进行遗传育种和生理生态的研究，摆脱了季节性的限制，开辟了海带基础研究的新途径。

前　言

近几年来，在我国海带养殖事业蓬勃发展[1]和海带遗传育种研究[2]的基础上，我们开展了海带单倍体的遗传育种实验工作。目的在通过一些有关的基础研究，来寻找一些多快好省的方法，以培养海带优良品种，为生产服务。

农作物如烟草、水稻、小麦等的单倍体育种在国内外都已取得了成绩[3]。这对我们的海藻遗传育种工作启发很大。海藻单倍体的生长发育，在国际上只有在配子体时期进行过一些观察[4]。利用单倍体的单个配子体进行育种工作在海藻中则还未见有报道。我们于1973年开始了海带单倍体的一些探索工作，获得了海带孤雌生殖的材料[5]。从1975年起到现在，我们又进行了比较系统的工作，进一步取得了一些有意义的结果。

材料、方法和观察

1. 材料

我们选择海带孢子体作为种海带的主要指标是：①孢子体的经济性状良好，如叶片中带部较宽、较厚，藻体健壮；②成熟度较好，孢子囊面积较大；③具有高度的杂种性。

我国目前养殖的海带大部分都不是遗传性比较纯一的品种，杂种性较高，它所产生的孢子在遗传性上是彼此有所差异的。这种遗传的多样性是单倍体育种的良好材料。

2. 方法和观察

海带单倍体育种是一项新工作，过去没有人做过。我们需要进行一些基础研究，在方法上进行一些探索。

1）孢子的采集和培养　将成熟的种海带阴干刺激几小时，即可采集孢子。这是通常所用的海带采孢子的方法。孢子采集在玻片上，要注意所采集的孢子密度应适宜，便于以后分离配子体。

采集的孢子在实验室里培养，培养温度一般为8—12℃，光强大约为1500勒克斯，光照时间每天10小时。培养液采用消毒海水加入适量的营养盐（即N——4ppm；P——0.4ppm）。

2）配子体的分离　孢子附着在玻片后，经过7—10天的培养，即长成雌雄可以明显区分的配子体。雌配子体细胞较大，并大都是单细胞的，色素较深；雄配子体则长成多细胞，细胞较小，色素较淡。这时对雌雄配子体进行分离是比较方便的。分离工作在显微镜下进行。用微细吸管吸取配子体稀释液，滴一滴在小玻片上，置显微镜下检查，里面如果只含有一个配子体，又无杂藻，即分离成功。这时，立即在玻片上加一滴培养液，将玻片平放在培养皿中，加入少量消毒海水，使玻片底部浸在水里，然后加上培养皿的盖子，以保持一定的湿度，让配子体重新附着。经过3—4天

的培养，配子体会重新附着于玻片上。然后移入正常的培养液中培养。以后每两星期更换培养液。培养期间，定期检查其生长发育的情况。

3）促进细胞分裂　在低温正常条件下，雌雄混合培养的雌配子体，一般在单细胞状态下就能达到成熟，形成卵囊，进行排卵。

分离培养的海带配子体一般会推迟成熟。就雌配子体讲，经过分离培养，有一部分能在一个或几个细胞的情况下成熟排卵，进行孤雌生殖。有一部分则能不断地进行细胞分裂，长成多细胞的丝状体或分枝体（图1），甚至是簇生丝状体(簇生丝状体是细胞非常多的分枝体)。如果用一些适宜的理化条件处理雌配子体，它们更能长期地进行细胞分裂，长成复杂的分枝体或簇生丝状体。有若干理化条件可以促进海带雌配子体的细胞分裂，延长其营养生长，使长成含有更多细胞的配子体。维生素C对促进细胞分裂是一个有效的化学因子[6]。连续光照和较高温度（18—22℃）等物理条件也很有效[7]。根据我们目前的观察，低温下的连续光照这种条件，既有较大效应，也便于进行。



图1　海带三个雌配子体经过分离培养的生长情况（不同个体生长速度不一致）

4）促进孢子体的形成　有些雌配子体在分离条件下经过二

三星期或较长时间的培养，即能发育成熟，大量形成卵囊，进行孤雌生殖，长出孢子体（图版I：1）。有一部分雌配子体则长成复杂的分枝体，特别在较高温度和低温的连续光照下，能比较长期地进行营养生长。

要使已经长期进行营养生长的雌配子体较快地成熟，形成卵囊，进行孤雌生殖，一般需要改变培养条件。例如，我们从多次的实验知道，在低温连续光照下的雌配子体，要促使其成熟，需要缩短光照时间，它才更容易形成卵囊，进行孤雌生殖。在较高温度下的雌配子体，需要降低温度，例如降到16℃以下，它才容易形成卵囊，进行孤雌生殖。

长期进行营养生长的雄配子体也能在上述适于成熟的条件下长出孢子体。但其过程另有特点：①多数是雄配子体的顶端细胞膨大，由此经过细胞分裂，长出孢子体；少数是非顶端细胞膨大，长成孢子体。②雄配子体不经过配子阶段，由膨大细胞直接长成孢子体，这是无配子生殖。③雄配子体要进行无配子生殖，长出孢子体，所需要的时间要长得多，据目前观察，至少推迟一个月以上。

5）染色体加倍　海带细胞学材料用卡诺固定液固定，用醋酸洋红或地衣红染色，即可观察。从细胞学观察知道，海带染色体很小。其单倍体大约是n＝22，二倍体大约是2n＝44。这跟Abe[8]的观察一致（图版I：2、3）。

为了促使单倍体细胞转化成二倍体，我们曾用千分之一的秋水仙素处理雌配子体3—4天，这对染色体加倍有显著效果（表1）。

从表1可以看出，雌配子体在细胞分裂中有少数（1.5%）能自然加倍。

由孤雌生殖所产生的孢子体，成熟后所产生的雌配子体如果再由孤雌生殖长成幼孢子体，其自然加倍的情况如何呢？我们初步观察发现这种幼孢子体（其细胞数目不超过10个）的染色体自然加倍（图版I：4）数量很大（表2），可以达到45%。

表1　海带雌配子体经过千分之一秋水仙素处理
3—4天，染色体加倍情况

组　　别	单倍体分裂相	二倍体分裂相	染色体加倍（%）
处理组	151	24	13.7
对照组	136	2	1.5

表2　海带由孤雌生殖所产生的幼孢子体染色体自然加倍的比率

个体总数	单倍体	二倍体	四倍体	嵌合体
129	63	59	4	3
100%	48.8	45.7	3.1	2.4

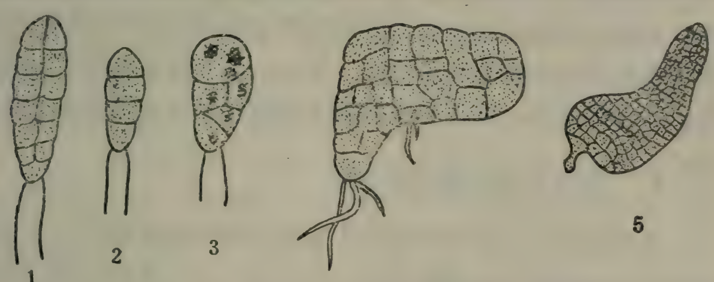


图2　海带由孤雌生殖所长成的幼孢子体
1—2正常；3—5畸形；3有多核的细胞；4有不规则的假根；5不长出假根

6）孢子体在海上的生长发育　由上述单倍体育种方法所长成的孢子体，在形态上变异很大。就孤雌生殖的材料讲，孢子体大部分是畸形的，约占70%以上。例如，叶片卷曲、假根不发达，甚至不长出假根等。但有一部分孢子体形态正常（图2）。孢子体畸形很多，这可能跟单倍体和嵌合体有关（表2）。

1976年11月2日把上述生长正常的孢子体移至海上培养。它们大多生长正常（图版Ⅱ：1）。特别是经过秋水仙素处理的孢子体较为正常（图版Ⅱ：2），有少数个体比对照组海带长得大些、长些。到1977年6月大部分孢子体都按时成熟。对成熟的孢子体分别采了孢子。孢子的生活力大都正常，能按时萌发长成配子体。

结果和讨论

1. 探索出海带单倍体育种的基本方法

上述关于海带单倍体遗传育种实验。大部分已重复多次，实验结果一致，表明单倍体育种方法已经基本过关，在海带养殖中可以应用。根据我们的实验观察，为了保证海带单倍体育种成功，要注意以下几个环节：第一，要注意分离出来的配子体是单个的，而且不要混有杂藻。第二，要根据配子体生长的具体情况，提供条件，促进营养生长，使长成多细胞的个体，增加孤雌生殖的机率，这样就可以得到较多的孢子体。第三，要根据实际的生长情形及时改变培养条件，以促进尽可能多的配子体细胞长出孢子体。

2. 获得了海带雌性孢子体

海带雌配子体由孤雌生殖所长成的孢子体成熟时，它所产生的孢子，全部萌发成雌配子体，没有发现一个雄配子体。这表明由孤雌生殖所长成的孢子体是雌性的。这种雌性孢子体产生的孢子所长成的雌配子体在生长发育中表现以下特点：第一，这种雌配子体成熟比较慢、比方说，一般雌雄混合的雌配子体在低温培养条件下，大约经过2星期即大都成熟，进行排卵和发育成孢子体。而这种雌配子体经过20天的培养却还大部分不成熟。第二，它们的成熟虽然推迟了，但仍能成熟，形成卵囊，排出卵子，进行孤雌生殖。第三，它们在低温正常条件下，大部分长成多细胞丝状体。

值得指出，海带雌配子体由孤雌生殖所长成的孢子体全部是雌性的，这是科学上的新发现。过去，我们所知道的海带孢子体是无性的，也可以说是一种雌雄同体，它所产生的孢子大约有一半长成雄配子体，有一半长成雌配子体(表 3)。我们现在获得了雌性孢子体，有理由推测由雄配子体所长成的孢子体将是雄性的，它可能只产生雄配子体。

表 3　海带雌雄配子体的比例

	个　体　数	%
雌配子体	325	51.7
雄配子体	304	48.3

这里有一个学术问题值得讨论。在小麦和水稻等作物的单倍体花粉育种中，所产生的孢子体能够产生雌蕊和雄蕊。从遗传学研究知道，它们没有性染色体。至于雌雄异体的生物大都有性染色体。例如女人的性染色体是 XX，男人的性染色体是 XY。海藻学者 Evans[9]曾看到欧洲产的几种海带雌配子体有一个较大的染色体，并推测这是性染色体，可是他并没有作过遗传实验，未能解决这个问题。现在我们从海带遗传育种的系统实验中发现了海带孢子体的性别可以分开，因此有理由推测海带可能有性染色体或性别基因的存在。但我们的细胞学观察尚未发现性染色体。这可能由于性染色体在形态上不一定有明显差异。

3. 培育出海带配子体的无性生殖系

无性生殖系或无性繁殖系也叫克隆 (clone)，这是由一个亲本通过无性生殖方式所产生的遗传性一致的群体。目前栽培的地瓜和土豆各品种都属于无性生殖系。产生抗菌素的青霉、链霉谷品系也是无性生殖系。

我们是由于偶然的发现而培育出海带无性生殖系的。我们在分离培养单个海带配子体的过程中，由于延长了配子体的营养生长，得到了含有成千上万个细胞的复杂分枝体或簇生丝状体。我们猜想它会继续进行营养生长。于是我们把每一个复杂的分枝体或簇状体在显微镜下撕开，分成数以千计的丝状体或分枝体，进行培养。在培养中注意促进其营养生长。低温下的连续光照是促进其营养生长的一种有效条件，可以在一定程度上拟制其发育。这样，每一个分开的丝状体或分枝体就又可能长成复杂的分枝体或簇生丝状体（图版Ⅱ：3)。这就是海带配子体的无性生殖系。

海带配子体无性生殖系也是科学上的新鲜事物。我们已建立了若干雌配子体和雄配子体的无性生殖系(图版Ⅱ：4)。

海带配子体无性生殖系有这样的特点：①每一个无性生殖系都起源于一个细胞，即一个配子体，同一无性生殖系的遗传性是一致的，而且其主要遗传基础是单倍体。②它们能长期进行营养生长，这就把短命的配子体转化成长寿的配子体。这样，利用配子体所进行的科学研究，就摆脱了季节性的限制，海带遗传育种的科学实验可以随时进行。③无性生殖系保留了原来的性别，这便于杂种优势的研究和利用。④它们都是未分化的细胞，而且细胞数量很大，可以应用微生物学方法进行研究。

这种无性生殖系有广阔的利用前途。比方说，①可以利用它进行单倍体育种。这方面的工作我们已经进行，并取得了初步成果。现在已有二棵由雌性无性生殖系通过孤雌生殖所长成的孢子体在海上生长，按时成熟，产生出正常的孢子。②可以利用它进行诱变育种，如辐射育种和激光育种等。由于这类材料是单倍体，诱变育种较易收效。我们已在这方面开始做些探索性工作。③可以利用它进行其他遗传实验和生理生态实验。

这里有一个问题值得讨论，即为什么不是所有的配子体都能形成无性生殖系？我们的实验结果表明，就雌配子体讲，只有一部分雌配子体在我们的实验条件下（例如，低温的连续光照或维生

素C处理），能比较容易形成无性生殖系，其他雌配子体则较易成熟。这暗示不同的配子体其遗传性是有差异的，因此对外界条件的反应也有所不同，就是说，能否比较容易地形成无性生殖系跟遗传有关，这种情况是容易理解的。因为**“外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用”**。因此，在培育无性生殖系的工作中，既要注意做好筛选工作，由此得到具有适宜遗传性的配子体，又要控制培养条件，使遗传可能性转化成现实。

展　望

这里仅从两方面对本实验结果可能导致的前景，进行讨论。

（1）国外有人指出，象厚叶翅藻[4]、海带[11]等由孤雌生殖或由无配子生殖所长成的孢子体基本上都是畸形的，不久即死亡，这意味着单倍体育种在海带育种中没有前途。我们的实验结果推翻了这个论点。上面指出，海带单倍体孢子体虽然大部分是畸形的，但有一部分是正常的。只要进行较大量的单倍体育种工作，仍然可以得到数量可观的正常的孢子体，这是第一。第二、只要注意提供适宜的条件，延长配子体的营养生长时期，可以大量长出孢子体。第三，海带由孤雌生殖所长成的孢子体，染色体自然加倍的比率较高。

海带单倍体育种方法的过关，孢子体性别可以人工分开和配子体无性生殖系的培育成功，为海带杂种优势的利用开辟了广阔的前途，现代育种学有两方面的基本任务[10]：一是选育出优良品种，一是选育出适宜的自交系以产生杂种优势。在海带育种中，过去我们只能用常规育种方法，这主要是通过自交，在后代中选择优良个体的办法，进行育种。对于杂种优势的研究和利用未能开展工作。现在情况不同了，我们已经得到了“纯种”的雌性孢子体，有了它，杂种优势的研究和利用可以开始了。其次，有理由相信我们可能得到“纯种”的雄性孢子体，如果这样，这对海

带杂种优势的研究和利用就更加方便了，这方面的工作我们已着手进行。

（2）海带配子体无性生殖系的出现，可能为育苗工作提供技术革新的良好条件。现在存在的问题是雄性无性生殖系较难成熟并排出精子。这可能是促进精子成熟的基因受到了抑制。如果能解除这种抑制，促使它们同步成熟，排出大量精子，那末育苗工作可能简化得多。同时优良品种的保种工作也方便得多，但这需要进行一系列的科学研究。

参 考 文 献

[1] 曾呈奎、吴超元，1962。海带养殖学。科学出版社。

[2] 方宗熙、蒋本禹、李家俊。高等学校自然科学学报(生物学版)。1965年4期。

[3] 中国科学院植物研究所，1972。单倍体育种资料集。第一集，科学 出版社。

[4] Nakahara, H. & Nakamura, Y., 1973. *Marine Biology*, 18(4).

[5] 戴继勋、方宗熙，1976。遗传学报，3 (1).

[6] 方宗熙、江乃萼，1974。植物学报，16 (4).

[7] 任国忠。配子体，见曾呈奎等著，海带养殖学，科学出版社。

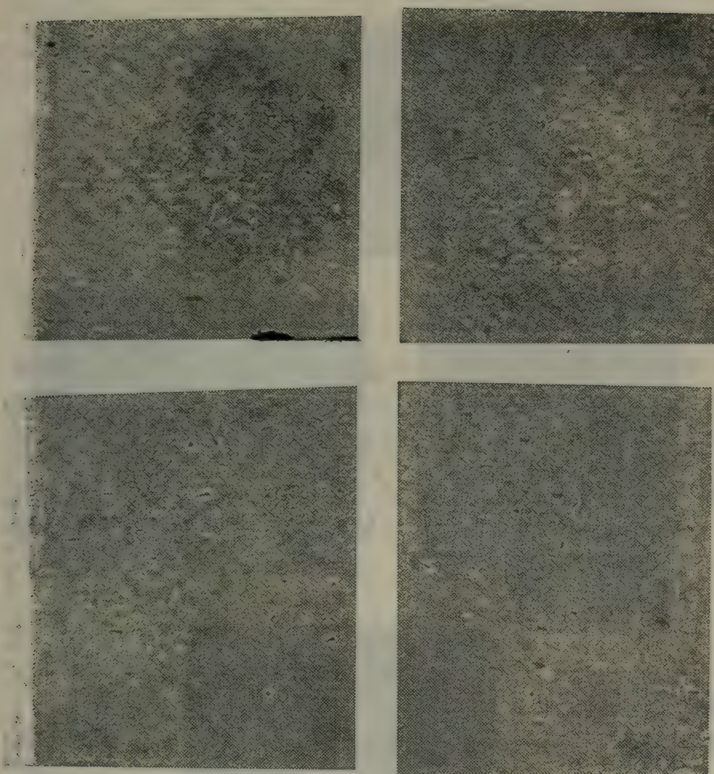
[8] Abe, K., in *Growth* (cd. Attman, P. L. & Dittmer, D. S.), Fed. Amer. Soc. Exp. Bio. USA. 1962, p. 28—29.

[9] Evans, L. V. , The phaeophyceae: part I, in *The Chromosomes of the Algae* (ed. Godward, M. B.) Edward Arnold (Publishers) LTD, London.

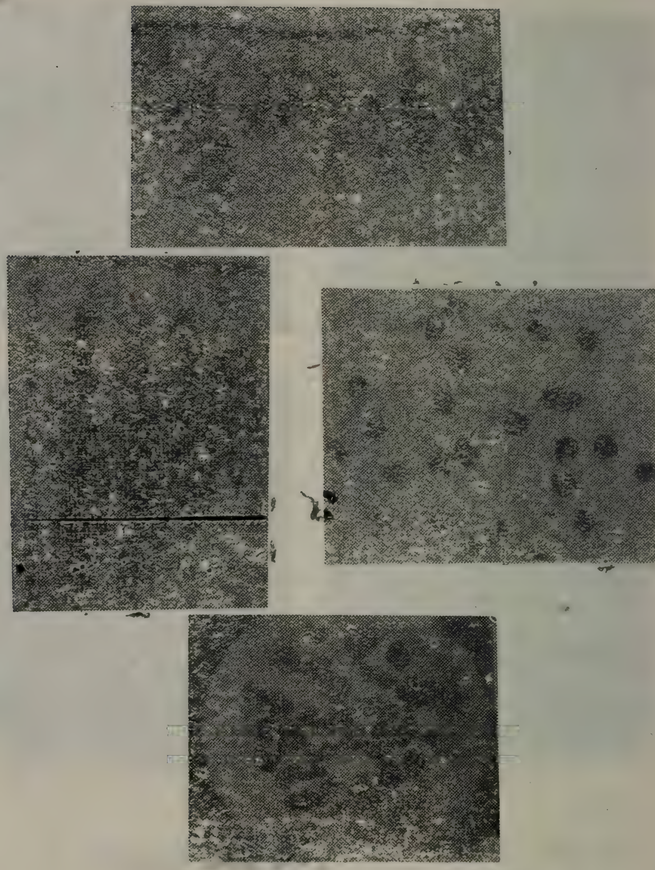
[10] Brewbaker, J. L., 1964. *Agricultural Genetics*, Prentice-Hall, Inc, USA.

[11] Yabu, H., 1964. *Mem Fac. Fish. Hokkaido Uni.*, **12**: 1—72.

本文合作者：欧毓麟 崔竞进 戴继勋 陈登勤



1. 一个多细胞的海带雌配子体
(其外圈细胞几乎同时成熟排卵进行孤雌生殖);
2. 海带雌配子体的单倍体染色体 (n=22);
3. 海带雌配子体经秋水仙素处理由单倍体转化为二倍体(2n=44);
4. 海带幼孢子体 (两个细胞的染色体已经过自然加倍);



1. 从单倍体育种方法由孤雌生殖所长成的海带孢子体在海上生长的情况（一个半月，形态变异较大）；
2. 由单倍体育种培育的海带雌配子体经过秋水仙素处理，由孤雌生殖所长成的海带孢子体在海上生长的情况（一个半月）；
3. 经过一年半培养的海带雌配子体的无性生殖系（每一个簇状体含有无数细胞）；
4. 经过一年半培养的海带雄配子体的无性生殖系（每一个簇状体含有无数细胞）；

裙带菜的孤雌生殖及其后代的遗传特点

前　言

若干海藻工作者已在海带、厚叶翅藻等褐藻中观察到孤雌生殖的现象[1][3][4]。我们于1973年开始了海带单倍体遗传育种的实验后，从1974年起我们就裙带菜(*Undaria pinnatifida* Sur.)进行了相似的试验。这里着重就裙带菜的孤雌生殖及其后代所表现的细胞遗传学特点，进行一些观察。大部分材料是1977年的实验结果。关于裙带菜配子体的无性生殖系将另作总结。

实验材料和方法

实验所采用的材料，是自然生长在青岛浅海间的成熟裙带菜。采孢子的方法基本上跟采海带的孢子一样，即把成熟的孢子体经过几小时的阴干刺激以后，在消毒海水里采集游孢子。

游孢子附着后经过大约5天，萌发长成配子体。又大约经过7—10天的培养，雌雄配子体就彼此区分清楚了。它们都是多细胞的，但雌配子体的细胞较大，细胞数目较少。

在雌雄配子体区别清楚时，将配子体一个一个分离出来培养。在本试验中，注意一个玻璃片上只含有一个配子体。

培养液是消毒的海水加入适量的营养盐，即磷和氮的无机盐：P——0.4ppm，N——4ppm。

培养温度在大部分时间里为15—20℃。培养光强大约为1500

勒克斯。每天光照为10小时。

1977年7月由孤雌生殖所长成的孢子体，在1977年12月初移入海里养殖。以后，在海上定期进行观察管理。这些孢子体于1978年5月开始成熟。我们就成熟的孢子体进行采孢子，观察其发育情况。

实验结果

1. 孤雌生殖的情况

分离后的裙带菜雌配子体，绝大多数能进行营养生长，变成复杂的分枝体或簇状体(图版I:1)。雌配子体的成熟，一般从顶端细胞开始，即分枝体端部细胞膨大变长，形成卵囊，进行排卵(图版I:2)。但是也有在分枝体中间位置的细胞，变粗变长形成卵囊，进行排卵。

就成熟的速度讲，在雌雄配子体混合在一起的条件下，大约经过50天的培养，雌雄配子体都已全部成熟，受精长成孢子体。在这一时间里，分离的雌配子体，大部分才形成卵囊，有一部分卵囊进行排卵，有一部分卵子出现孤雌生殖。情形如表1所示。

表1 裙带菜雌配子体在分离条件下经过50天出现孤雌生殖的情况

总数	出现卵囊的个体(%)	出现排卵的个体(%)	出现孢子体的个体(%)
161	61.0	16.8	7.5

由孤雌生殖所长成的孢子体表现多样性，形态上很有差异，而且大多数是畸形的(图版I:3)。由受精卵所长成的孢子体大多数是正常的(图版I:4)。两方面的差异情形如表2所示。

由孤雌生殖所产生的正常孢子体，其形态比较对称(见图1)。由孤雌生殖所长成的畸形孢子体，表现出多种形态(见图2)。这

种畸形孢子体在发育的不同时期都能看到。从两个细胞的孢子体到叶片、柄部和固着器的分化等都有不同程度的表现。

表2 裙带菜由孤雌生殖所长成的正常孢子体的数量

组　别	总　数	正常孢子体(%)
孤雌生殖	555	22.5
对　照	656	91.3

在几个细胞的孢子体时期，表现为细胞大小不一，孢子体的形态不对称。有的在两个细胞的孢子体时期，就有一个细胞明显地长成固着器。有的孢子体培养到约 2 厘米，含有上千个细胞时还未分化出固着器。有的幼孢子体则有几个固着器。从柄的长短看，有的很短，有的很细长，有的孢子体长到4—5厘米还没有长出柄。从叶状体的形态看，更是多种多样，有的长成细带状，有的宽圆，有的几经扭曲，有的凹凸不平。

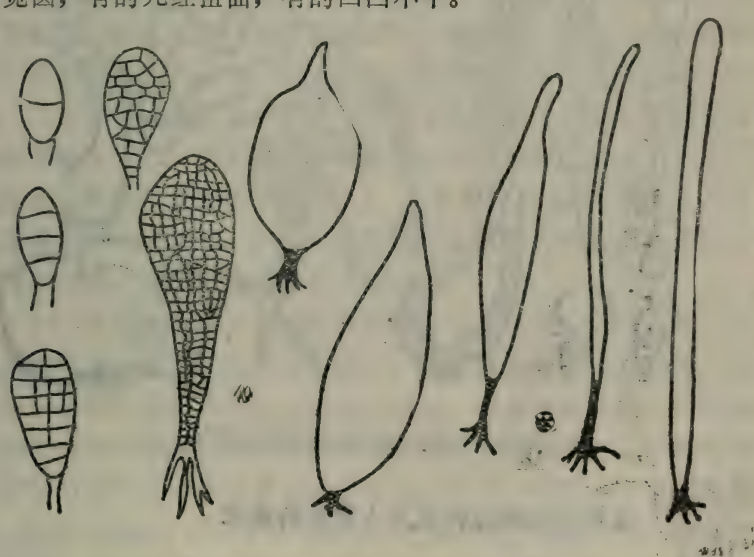


图1　孤雌生殖产生的正常形态的孢子体

孤雌生殖所长出来的孢子体，一般表现生活力较低。这种单倍体的孢子体在发育早期，从一个细胞的孢子体开始，到幼孢子体的各个时期都有一部分出现退化。这种退化现象起初是细胞壁松散变厚，色素体聚集在一起，逐渐变绿变暗，最后变成无色。有的孢子体细胞，表现液泡增大变多，色素体和细胞质凝集成一团，逐渐出现质壁分离现象。所有这些细胞都先后退化解体。

裙带菜雌配子体进行孤雌生殖的基本条件之一，象裙带菜正常的受精作用一样首先是适宜的温度，即10—20℃，特别是15—20℃最为适宜。在10℃以下和23℃以上，雌配子体都未见出现排卵，但能进行营养生长，形成复杂的分枝体。

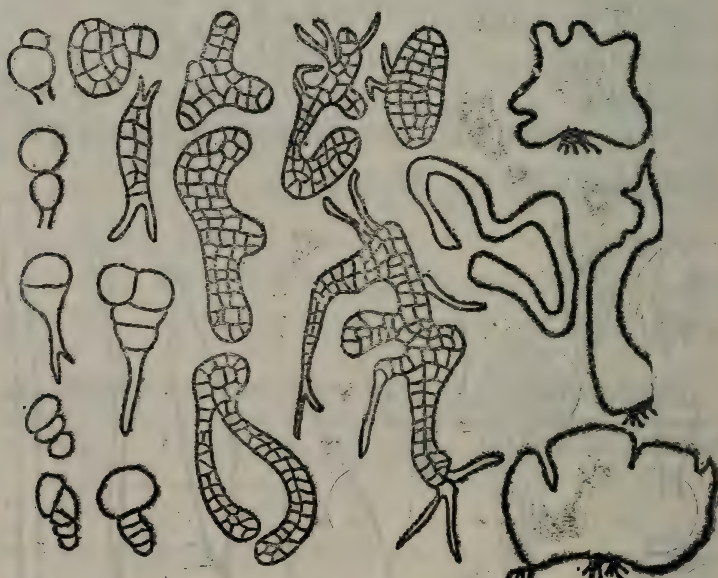


图2　孤雌生殖产生的畸形孢子体

2．孤雌生殖的后代在海上生长的情况

把由孤雌生殖所长成的孢子体，长度长到大约3—5厘米以

后，在海水温度适宜时，移入海上养殖。经过大约1个半月，这些孢子体都形成中肋，在叶片基部分化出羽叶。这些孢子体在形态上也彼此很有差异(图版I:5)。虽然如此，这些孢子体都能先后成熟，长出孢子叶。我们成功地对17棵成熟的孢子体，分别采了孢子。

每棵成熟的孢子体都能产生大量的游孢子。这些游孢子附着后全部萌发长成雌配子体(图版I:6)，无一例外。这表明裙带菜的孢子体也象海带那样是可以具有性别的[2]。这些雌配子体在适宜的温度和光照条件下，都能成熟排卵，进行孤雌生殖，正常地长出孢子体。由此形成了若干“纯系”的雌性裙带菜的孢子体。

讨　论

(1)裙带菜雌配子体能不能进行孤雌生殖，从本实验的材料看来，这不仅有外因问题，又有内因问题。支持这一论点的有以下事实。就外因讲，裙带菜要进行孤雌生殖，第一，要在跟雌配子体分离培养条件下；第二，要有适宜的温度。就内因讲，第一，不是所有的雌配子体都能在分离条件和适宜温度下较正常地形成卵囊；第二，不是所有卵囊都能正常地排卵；第三，不是所有排出的卵都能长成孢子体(表1)。这大部分可能由于不同的配子体有不同的基因型，因为我们所用来采孢子的裙带菜孢子体是自然生长的，它们具有高度的杂种性。

(2)由孤雌生殖所长出的裙带菜孢子体表现广泛的变异，而且大部分是畸形的，原因大概很多。就变异多样性的原因讲，这大抵由于不同的配子体有不同的基因型。就出现畸形讲，这可能有隐性的有害基因在纯合状态或单倍体中发生作用，也可能由于单倍体的染色体本身容易引起染色体的变化。我们在细胞学观察中，曾看到细胞分裂异常和染色体变化的情况。例如，同一幼孢子体中有个别细胞含有巨大的核，有小部分孢子体细胞含有三个以

上的核，有的分裂相出现多极现象(图版Ⅰ:7)等。这些细胞可能引起孢子体的畸形。还有，在幼孢子体中，有的细胞是单倍体n=27—30，这与配子体细胞的染色体数目是一致的(图版Ⅰ:8)，有的孢子体细胞是二倍体2n=50—56。在同一幼孢子体中，曾观察到有单倍体和二倍体细胞，这种嵌合体也可能是孢子体表现畸形的原因之一。

(3)裙带菜是有世代交替的植物，其孢子体是无性的。大家知道，小麦、水稻等的孢子体是无性的。它们都没有性染色体。从裙带菜出现雌性孢子体的事实推想，裙带菜可能有性染色体，才出现雌性孢子体。是否如此，有待进一步的观察。

(4)在本实验中，我们未用秋水仙素处理裙带菜的配子体或幼孢子体。从成熟的雌性孢子体能正常产生大量的游孢子看来，这些孢子体都已经发生过染色体自然加倍的过程。初步的观察表示，自然加倍过程大抵发生在早期的幼孢子体中。

(5)雌性裙带菜孢子体的发现，在科学上是第一次。这为裙带菜遗传育种的研究提供了良好的材料。

参 考 文 献

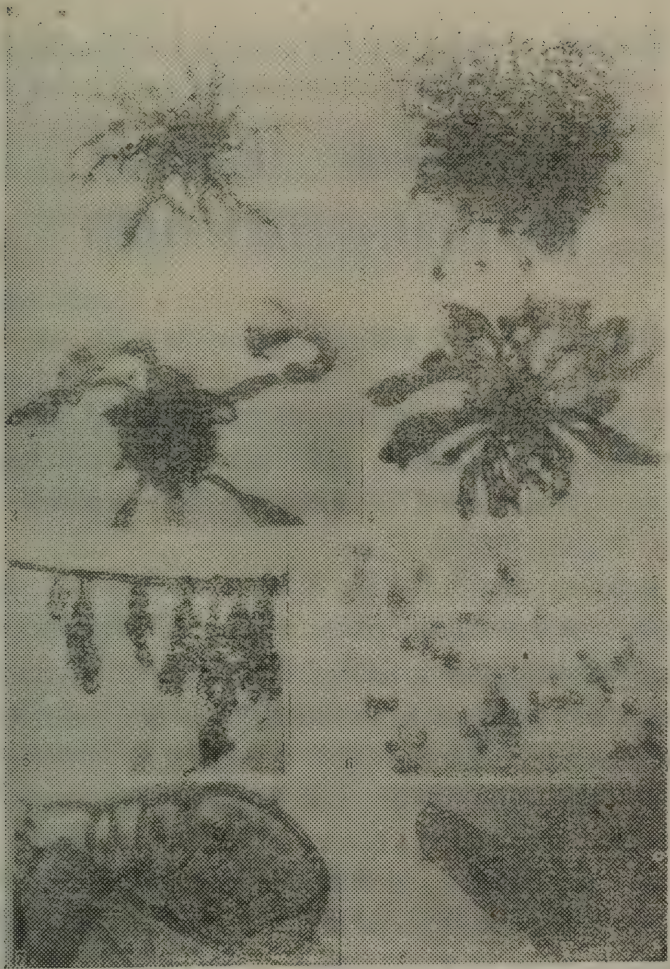
[1] 戴继勋、方宗熙，1976。海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报，**3**: No. 1.

[2] Fang Tsungci, Tai Chihsun, Ou Yulin, Tsuei Chinchin and Chen Tenchin, 1978. Some Genetic Observation on the Monoploid Breeding of Laminaria Japonica, Scientia Sinica, **21** (3).

[3] Nakahara, H. & Y. Nakamura, 1973. Parthenogenesis, Apogamy, and Apospory in *Alaria Crassifolia*, Marine Biology, **18**: 327—332.

[4] Yabu, H., 1964. Early Development on Several Species of Laminariales in Hokkaido, Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ., **12**: 1—72.

本文合作者：戴继勋　陈登勤



1. 分离培养条件下，一个雌配子体经过45天后的培养，形成复杂的丝状体；
2. 经过75天培养，一个雌配子体的许多细胞进行排卵和孤雌生殖产生 出的幼孢子体；
3. 经过 3 个月培养，由孤雌生殖形成的畸形孢子体；
4. 经通75天雌雄配子体的混合培养，形成正常形态的孢子体；
5. 由孤雌生殖的孢子体，移入海里生长 1 个半月的情况；
6. 孤雌生殖的孢子体所产生的后代，全部发育成雌配子体；
7. 孤雌生殖所产生的孢子体，其中一些有丝分裂表现核三极现象；
8. 配子体细胞的染色体大约n＝28。

中美合作研究用植物细胞微核监测环境污染物的报告

原　　理

工业发展经常引起环境污染。环境的污染物对人民健康一般都有不良的影响，引起疾病，甚至可能致癌。因此在工业发展的过程中，对环境的污染情况应该随时进行监测，发现问题，及时处理，以避免人民受害。

监测环境污染有几种方法，如化学方法、物理方法、生物学方法等。在生物学方法中，大约在5年前，美国西伊里诺大学马德修教授根据环境污染会引起染色体畸变而形成微核(micronucleus，MCN)的原理，发展出利用生长于美国的紫露草(*Tradescantia padudosa*)花粉母细胞的微核数量以测定环境污染的技术。此种技术比较便于应用，已逐渐在美国和其他若干国家试验推广。

形成微核的原理是，生物的染色体（染色质）在复制的过程中，经常会发生一些断裂，这些断裂在一般情况下能自己癒合，恢复原状。这样，细胞就自己能进行正常的生活。如果细胞内有污染物，这污染物往往会阻碍染色体断裂的癒合，甚至增加断裂，于是，在第一次细胞分裂中就会出现染色体片断。这些片断由于缺少了着丝点，不能移到两极，而停留在细胞质中。当新的细胞核形成时，这些片断就自己形成大小不等的小核，叫做微核。因此，在细胞分裂后计算微核的数量，就可以测定环境污染的严重程度。

由上述可知，要利用微核技术监测环境污染必须具备的条件是：①要选用对污染物比较敏感的生物，紫露草就是这类生物；②要在细胞最敏感时期即间期进行处理，这时染色体最容易出现断裂；③细胞必须具有大量的同步分裂；④必须知道细胞分裂的持续时间，以便确定在处理后需要培养若干小时（时间长短根据生物种类而定）。使在经过一次细胞分裂后形成微核，然后进行固定、染色和观察。

我们选用美国紫露草和山东的毛萼紫露草（*T.reflexa*）就是利用它们的花序中有大量花粉母细胞能同步地进行减数分裂。我们所选用的大米草、海带配子体和扁藻是利用它们一般能比较同步地大量进行有丝分裂。

合作经过

1979年夏天马德修教授来青岛访问时，在我院作了有关利用美国紫露草微核监测环境污染物的学术报告，参观了我院海洋生物系遗传实验室，认为在青岛进行用微核技术监测环境的研究是有条件的，并提出三个单位合作的建议。后由我院和中国科学院海洋研究所的有关领导与马教授（代表西伊里诺大学）商谈。三方面同意合作进行这项科学研究。海洋研究所吴超元副所长因另有任务，改派一名助手参加此项研究。

进行科学研究的时间是1980年7—9月。课题的负责人是我院方宗熙副院长、美国西伊里诺大学马德修教授。参加工作的人员有海洋学院戴继勋、陈登勤、周汝伦、侯家龙、欧毓麟、崔竞进、王梅林，中国科学院海洋研究所林光恒。此外，工作中需利用X射线照射某些材料，又邀请青岛医学院附属医院李计大夫参加。

所用的紫露草是美国种，由马德修教授于1979年秋天和冬天前后两次寄来我院栽培繁殖。所用的长于山东的紫露草和扁藻材

料是我院海洋生物学系王筱庆副教授推荐试用的。卢澄清讲师对扁藻同步分裂的培养给予了热情的帮助。

在进行此项科研中，我们的工作比较紧张，合作情况很好。几方面的人员都感到满意。我们认为这样的学术交流，训练了我们的科技人员，提高了学术水平，有助于我国的四化。

研究课题

在开展上述研究中，进行有关环境污染的课题是三个项目：①海水中污染物的生物测定法的初步研究；②用美国紫露草微核技术对青岛某工业区空气和污水以及常用农药敌敌畏(DDV)的生物测定。③山东紫露草对诱变剂的过敏性。

此外在研究中，由于用耐盐植物大米草来试验对污染物的敏感性，所以对两种大米草的染色体数目进行了计数。此项工作前人做得不多，而且结果尚有争论。

收　获

在上述的中美学术合作中，我们有了如下的收获。第一，我们学到了监测环境污染物的一项新技术，这给遗传学联系实际、开辟了一个新途径；第二，我们在敏感生物方面发现我国的紫露草比美国的紫露草还要敏感；第三，我们对利用微核技术监测海水污染物取得了初步的经验；第四，了解了两种大米草的染色体数目。以上研究对提高我们的学术水平、发展环境科学和保证人民健康都是有意义的。

马德修教授在工作中表现了热爱祖国和诲人不倦的精神，值得学习。他在中美合作中做出了贡献，在此特致谢意。

以下是四篇论文的摘要。

1. 海水中污染物生物测定法的初步研究（摘要）

陆地上水和空气的污染虽然已引起极大的注意，但是海水的污染至今尚未得到足够的重视。许多工业国家的近岸海区由于石油、工厂流出物和电厂的污染比陆地上的污染更加严重。本研究的目的在于探索出一种有效可靠的理想生物测定法，用来探测海水中是否含有诱变剂。

我们选用已知的诱变剂来处理三个物种的植物，以观察所受到的染色体断裂和遗传损伤。这三种植物就是：海带的雌雄配子体、一种单细胞绿藻即扁藻和生长在潮间带的大米草。

在初步的研究中，我们用一定剂量的X射线和紫外线来处理海带配子体和扁藻，因为已知这些物理因素是染色体断裂的有效诱变剂。我们选用大家熟知的一种化学诱变剂即叠氮化钠（NaN_3）来处理海带配子体和大米草的根尖分生组织。这项研究的初步结果如下：400—500伦琴的X射线能引起海带雄配子体出现微核，雌配子体由于同步成熟的材料少而未得到结果。大约2×10^5尔格/厘米^{2}的紫外线剂量在扁藻中引起微核，而且微核数量比对照组大约提高四倍。还有，叠氮化钠能诱致大米草的染色体断裂成碎片，并使中期和后期的分裂相进行缓慢。就几种所用的植物中，扁藻作为监测海水污染的生物方法似乎较有希望。

2. 用紫露草微核技术对青岛某工业区空气和污水及常用农药敌敌畏的生物测定（摘要）

我们用紫露草微核的生物测定技术来监测青岛市某工业区空气和河水的质量。此外，我们又用一种常用的农药敌敌畏(DDV)来进行实验，看它是否能对紫露草的花粉母细胞诱发微核。选用农药的理由是，它广泛应用，对人畜有毒害作用。

在工业区的实验是这样进行的：在某工业区的四个地方（靠近一个化学工厂）放置紫露草的花序若干组，4小时后剪下花序

进行固定和观察。发现微核数量显著地比对照组多。这表明这地区的空气受到污染。在靠近某橡胶厂的地点，我们用紫露草进行6小时的野外监测实验，得到的结果相似，其微核频率高于对照组，但低于前一实验。这表明该地的空气污染较前者轻些。

河水和农药DDV都是处理6小时后，给与24小时的恢复培养。在三个地点所采集的河水都表明有高度的毒性，引起茎部灼伤以及四分孢子和小孢子的死亡。第二地点的水样品毒性最强。把这一地点的水样品过滤，分成液体和固体两部分。对液体部分调节其酸碱度到pH6.8时，仍表明明显的诱变作用。用二甲基亚砜DMSO(dimethyl sulfoxide)溶解固体部分，然后用水稀释成1.72ppm、17.2ppm和172ppm三种浓度，试验结果都是无害的。

用5毫升的DDV水溶液喷射紫露草的花序，没有观察到诱变效应。用二甲基亚砜溶解DDV稀释成0.013%、0.025%和和0.05%的DDV水溶液来浸泡紫露草花序的茎部，则观察到通过茎部吸收而到达花序的DDV对花粉母细胞表现诱变效应；效应强度与浓度成正比。

3. 紫露草对诱变剂的过敏性（摘要）

美国紫露草(*Tradescantia paludosa*)是美洲的一个物种，染色体数目是2n=12。已知它对诱变剂是高度敏感的。山东产的紫露草(*T.reflexa*)与前一物种是同属而不同种，它是一种四倍体，又具有2个B染色体，原产于山东。我们用诱变剂来处理上述两种植物，发现山东紫露草比美国紫露草更加敏感。

例如，用10伦琴的X射线剂量来照射上述两种植物的花序，在美国紫露草的四分孢子中出现微核的频率是25/100，而山东紫露草的微核是40/100。在20伦琴的剂量下，美国紫露草的微核频率是45/100，而山东紫露草是205/100。用一系列不同浓度(0.01m*M*、0.05*M*和0.10m*M*)的叠氮化钠(NaN_3)来处理上述两

个物种，美国紫露草的微核频率大抵与对照组相同，而山东紫露草的微核则显著地超出了对照组，并且表现与所用的剂量呈正相关。

因此，利用山东紫露草来对环境污染物进行监测会更加有效。

4. 大米草两个物种的染色体数目（摘要）

通常将 *Spartina englica* 和 *S.paten* 等称为大米草(rice grass)。大米草在我国沿海的潮间带广泛栽培。可以作为牧草和造纸原料。

S.englica 的染色体数目在文献上有不同的记录。在1963年和1964年曾有报道，说它的2n染色体是120、122和124。*S.paten* 的染色体数目是多少，未有记载。本研究应用秋水仙素、纤维素酶和果胶酶处理上述两种植物的根部分生组织，来破坏纺锤体并除去细胞壁和细胞间的纤维素和果胶质。用 Schiff 试剂和醋酸洋红来两重染色，使每个染色体能彼此分开，并有较清晰的细胞质背景。用适当的加热和挤压玻片使游离的细胞扁平和软化。这样处理使中期和早中期的分裂相具有在同一水平上彼此清楚分开的染色体。上述两个物种的清晰的染色体组曾重复多次计数过。我们的计算结果是：*S.englica* 的 2n＝116，这个数目又为花粉母细胞减数分裂的材料所论证。而 *S.paten* 是2n＝40。

本文合作者：马德修　林光恒等

4-碘苯氧乙酸影响海带配子体和幼孢子体生长发育的研究

前　　言

植物激素在褐藻生长、发育中的作用，近年来已有较多的研究。Abe 等人[1,2](1972，1974)从裙带菜(*Undaria*)藻体内分离出鉴定了IAA和PAA 等植物激素。Lisbeth(1977)[3]用无菌培养的方法证实了 PAA 及其羟基衍生物是促进墨角藻(*Fucus spiralis*)生长和诱导形态分化的有效物质。本实验所使用的4-碘苯氧乙酸(4-IPOAA)是一种人工合成的生长素，已开始在国内应用于研究[4,5]。至于该类激素在海藻生长、发育中的作用如何，至今尚未见报导。我们以海带生活史两个不同阶段的藻体——配子体和幼孢子体为材料进行实验，观察它们对不同浓度的4-IPOAA 的反应。

材料和方法

在海带成熟季节，取成熟度好的海带，按常规方法，将游孢子采集在消毒处理过的玻片上。在光照强度2000±5001勒克斯、光照时间10—14小时、水温15±2℃的条件下，在基础培养液中培养10天。然后，根据试验要求，将已发育成配子体的材料，分别放在盛有不同浓度4-IPOAA(1—500毫克/升)的海水培养液中培养。对照组仍继续用基础培养液培养。

基础培养液为加有NO_3^--N，4ppm 和PO_4^{3-}-P，0.4ppm的过

滤消毒海水。4-IPOAA 海水培养液是在基础培养液中又加入各种浓度的4-IPOAA。

我们是这样记录配子体的发育程度的：当雌配子体进入排卵期后，随机镜检，统计200个个体中的排卵数。观察幼孢子体的生长速度分两个时间进行，一是在处理幼孢子体后的第十天，随机统计100个个体的平均细胞数；一是培养到第十五天，随机测量50个个体的平均体长。另外，还以体长10毫米左右的幼孢子体为材料，每组20棵，测量它们经不同浓度4-IPOAA海水培养液处理10天后的平均增长率，作为4-IPOAA对幼孢子体生长作用的补充试验。

所有的试验材料，除体长10毫米左右的幼孢子体每天更换培养液外，其余都一周更换一次。

结果与讨论

1. 不同浓度的4-IPOAA对配子体发育的影响

4-IPOAA在1—500毫克/升浓度范围内，对海带配子体的发育产生不同的效果。大致可以区分为三个浓度范围：①1—100毫克/升为非抑制发育浓度。在这个浓度下，配子体可以正常发育，产生配子和受精，发育为孢子体。②250毫克/升左右为有效抑制发育浓度。在这浓度下，配子体的排卵时间较对照组推迟。③500毫克/升以上则为显著抑制发育浓度。在这浓度下，配子体的生长明显减慢，而且长期处于配子体状态。结果归结如表1。

从表1可以看到：除了500毫克/升一组以外，其余各组在处理后的第七天均进入排卵期，1—100毫克/升浓度范围内的六组排卵率都在30%以上，相继到处理后的第十五天，排卵率均可达到85%以上，与对照组相比，显著度均小于95%。这一结果说明，在该浓度范围内，4-IPOAA对配子体的发育既无促进作用，亦无抑制作用。而250毫克/升的一组，无论与对照组相比，还是

表1　不同浓度4-IPOAA对海带配子体发育的作用

浓度(毫克/升)	培养时间(天)	排卵率（%）*	T值**	显著度(%)
对　照	7	37.7(4.5)	16.25(0.05)	
	15	90.0(3.0)	19.88(0.01)	
1	7	42.0(3.0)	—	
	15	93.3(1.6)	3.3	<95
5	7	39.7(1.6)	—	
	15	87.0(6.2)	3.0	<95
10	7	41.0(3.0)	—	
	15	84.7(7.0)	5.3	<95
25	7	52.0(3.0)	—	
	15	85.7(9.0)	4.3	<95
50	7	48.7(2.7)	—	
	15	91.7(1.6)	1.7	<95
100	7	52.3(3.1)	—	
	15	85.0(9.5)	5.0	<95
250	7	8.7(2.1)	—	
	15	18.7(3.8)	71.3	>99
500	7	0	—	
	15	0	90	>99

* 表中排卵率为三组的平均值，括号内为标准差。

** $T=q_{\varphi}^{k}\sqrt{\frac{se}{n}}$，$k=9$，$\varphi=18$。

与低于100毫克/升的各组相比，差异的显著度都在99%以上。第十五天的平均排卵率仅为18.7%，说明配子体的发育明显地受到抑制。当处理剂量进一步提高到500毫克/升时，配子体的发育完全受到抑制，失去了产生配子的能力。它们在正常的光照、温度条件下，生长极其缓慢，培养6个月大多不超过四个细胞，有的仍保持圆球形的单细胞状态。细胞不拉长，不向多细胞丝状体方向发展。

2. 高浓度4-IPOAA对配子体发育的影响

根据上述的试验结果我们看到，500毫克/升的浓度使配子体失去了形成配子的能力。为了了解这一作用是永久性的，还是暂时性的，我们将培养在500毫克/升浓度条件下的配子体，每隔1个月取出一批试样，让它们重新恢复到基础海水培养液中生活，观察其发育情况。结果列于表2。

表2 高浓度4-IPOAA对配子体排卵的影响*

处理时间（月）	恢复培养时间（天）			
	7	10	15	30
1	15(3.8)	56(5.0)	89(3.4)	97(2.7)
2	12(3.0)	42(5.3)	77(6.1)	95(3.6)
3	8(4.0)	31(4.0)	68(5.3)	93(1.6)
4	—	15(3.0)	34(5.1)	72(3.6)
5	—	—	12(5.3)	53(5.7)
6	—	—	—	—

* 表中排卵率为三组的平均值，每组观察数$n=200$，括号内为标准差。

从表2可以看到，4-IPOAA对配子体产生配子的过程有一定的阻滞作用。其作用的大小取决于培养时间的长短。处理1个月的，其作用甚微，恢复培养后，第七天就有15%的配子体排卵，

而处理6个月的，在恢复后的1个月内尚未恢复排卵能力，反而进行营养生长，成为多细胞丝状体。可见，吸入配子体内的4-IPOAA主要在于抑制配子体的发育。

3. 不同剂量4-IPOAA对幼孢子体生长的影响

4-IPOAA对海带幼孢子体的作用明显的不同于对配子体的作用，其结果归结如表3。

表3的结果说明，4-IPOAA在较低的浓度(1—5毫克/升)条件下，对孢子体的生长有一定的促进作用。15天后，平均长度均可超过对照组15—18%。可是随处理浓度的提高，抑制作用越来越明显，而且抑制浓度的上限(25毫克/升)远低于抑制配子发育的量。还可以看到，在高浓度条件下，孢子体的色素变淡。为了

表3 不同浓度的4-IPOAA对幼孢子体生长的影响

浓度(毫克/升)	培养10天		培养15天	
	细胞平均数	百分率(%)	平均体长(微米)	百分率(%)
对照	7.06	100	123	100
1	7.86	111.3	145	118
5	7.12	100.8	142	115.4
10	6.60	93.5	125	101.6
25	6.54	92.6	102	82.9
50	5.02	71.1	101	82.1
100	3.64	51.6	73	59.3
250	1.78	25.2	56	45.5
500	0	0	0	0

充分地证实4-IPOAA的这一作用，我们取肉眼可见的幼孢子体（平均体长约10毫米）为材料，用上述试验中的九个浓度的4-IPOAA培养液培养。表4是培养10天后所测得的数据。

表4　不同浓度4-IPOAA对幼孢子体生长的影响（每组观察数 $n=20$）

浓度(毫克/升)	对照	1	5	10	25	50	100	250	500
处理前体长(毫米)	9.85	9.25	9.35	9.85	9.65	10.05	10.00	10.35	9.25
10天后体长(毫米)	14.24	15.00	14.40	13.45	12.98	13.40	12.95	11.70	—*
体长增长百分率(%)	44.6	63.2	54.0	36.5	34.5	33.3	29.5	13.0	

* 三日后全部死亡。

表4的结果与表3的很吻合。这更进一步说明了，低浓度的4-IPOAA有促进藻体生长的作用，而10毫克/升以上的浓度则抑制生长。同时还看到，高浓度4-IPOAA对孢子体的毒害作用有一定的时间性。例如，250毫克/升一组，在培养到第十天时，体长的增长虽然低于其他各组(500毫克/升一组除外)，但它毕竟还增长了13%。这说明在处理初期藻体还有所增长，只不过是随着培养时间的延长，增长率不断下降而已。继续培养到15天则开始逐渐死亡。综前所述，4-IPOAA在海带生长发育中的作用，也符合于诸如IAA、NAA等生长素在其他海藻[7]和高等植物[8]中作用的特点：低浓度有利于生长，高浓度则抑制生长，高浓度的生长素在短时间有促进细胞伸长生长的作用，但作用时间如果拖长，反而起抑制作用。因而我们认为，可以利用这一影响于海带的育苗与养成的生产中，即利用高浓度4-IPOAA来抑制配子体的发育，而又用低浓度的4-IPOAA来促进幼孢子体的生长，可以早日达到分苗标准，以缩短室内低温、流水的育苗时间，大幅度降低海带育苗、养殖成本。这是值得深入研究的新课题。

结　　论

(1)海带配子体对4-IPOAA的反应不如孢子体敏感。在

1—100毫克/升的浓度条件下，既不能促进它的发育，亦不起抑制作用；250毫克/升左右的浓度，可以显著地推迟排卵时间；而在500毫克/升浓度时，配子体则完全失去产生配子的能力。但这一作用是暂时性的，一旦恢复到正常海水培养液中，它仍有重新恢复产生配子的能力。

（2）海带幼孢子体对4-IPOAA的反应较配子体敏感。5毫克/升以下的剂量有促进生长的作用，高于10毫克/升明显地抑制孢子体的生长，且浓度越高，抑制作用越强。在500毫克/升浓度条件下，幼孢子体3天后全部死亡；250毫克/升，15天后开始死亡。

（3）高浓度4-IPOAA对配子体的抑制作用和低浓度对幼孢子体生长的促进作用，在海带育苗和养成生产中，可能会产生一些有利的效果。

参 考 文 献

[1] Abe, H., Uchiyama, M. and Sato, R., 1972. *Biol Chem.*, 36: 2259—2260.

[2] Abe, H., Uchiyama, M. and Sato, R., 1974. *Biol. Chem.* 38: 897—898.

[3] Lisbeth Fries, 1977. *Physcologia*, 16 (4): 451—455.

[4] 中山大学生物系生理遗传教研室，1974。中山大学学报，3: 39—43.

[5] 中山大学生物系植物生理遗传教研室，1977。中山大学学报，2: 37—46.

[6] 刘振声，1979。中山大学学报，1: 122—126.

[7] Dawes, C. J., 1971. *Phycologia*, 10: 375—379.

[8] 增田芳雄等，1978。植物激素。科学出版社，90—91

本文合作者：陈家鑫　缪国荣

海带的一个自然突变型

前　　言

在多细胞藻的遗传学研究中，被发现的突变型很少[1]。绿藻中有一些突变型，其中较多的是某种石莼 *Ulva mutabilis*[2]。三浦昭雄等在紫菜中发现突变型[3-5]。在褐藻中未见有突变型的报道。这里所报道的是海带（*Laminaria japonica*）的一个突变型。

突变型(LH_{19})的历史

1976年我们在海带单倍体遗传育种的实验中，培育出若干个海带配子体的无性生殖系，即克隆(Clone)。这些无性生殖系的细胞在适宜条件下（在我们的实验中，主要是把温度保持在8—2℃)，一般都能进行孤雌生殖，由此长成雌性孢子体[6]。

1976年秋，我们从LC_1(即无性生殖系1号)得到若干由孤雌生殖产生的孢子体，并移入海里进行培养。到1977年夏发现有一棵孢子体叶片粗糙，有明显凸起的色素斑。它所产生的孢子跟其他雌性孢子体所产生的孢子一样，全部萌发为雌配子体。这些雌配子在温度适宜的条件下又进行孤雌生殖，由此所长成的孢子体一共二十多棵，于1977年秋移入海里养殖，各棵表现一致。这一系统海带我们命名为LH_{19}。

在这期间，在我们实验中继续培养的LC_1雌配子体的簇状体，到1977年初已生活了一年半以上。我们用人工方法把它撕碎成无数小的多细胞丝状体，并让它们重新附着在棕盘上进行培养，使长成更多的孢子体，以便下海养殖。这些LC_1配子体的细胞在适宜的条件下能够大量地进行孤雌生殖，它们所产生的孢子体(即LC_1雌孢子体)跟LH_{19}所产生的雌孢子体于同年秋天在同一时期下海养殖。在海上养殖过程中，我们观察到LC和LH_{19}的孢子体虽然属于同一来源，并且培养条件基本上保持一致，但LH_{19}孢子体在形态上仍表现LH_{19}性状，跟LC_1孢子体很有差别。到1978年6月，LH_{19}和LC_1海带都已成熟。通过比较，我们得到这样的结论，即LH_{19}来源于LC_1，但它显然是一个突变型。这个突变型到1980年仍保持稳定。

这两个系统共同起源的历史如图1所示。

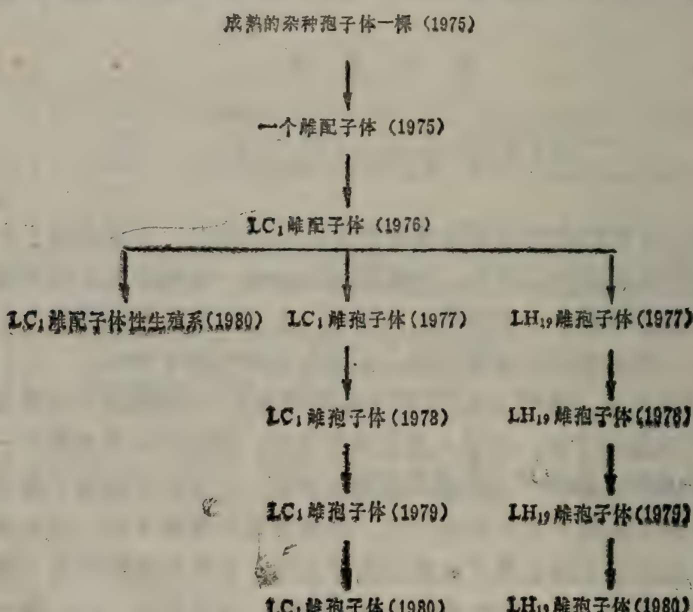


图1　LH_{19}突变型的历史

突变型的特征

LC_1 和LH_{19}孢子体有若干基本相同的特征。例如，它们的孢子体叶形相似，叶片窄长，叶片基部在成熟时期仍表现斜形，中带部界限不明显，柄较细，直径一般都在0.6厘米左右，而且它们都是比较早熟（图版I:1，2）的。它们的差异如下：

LC_1 孢子体的主要特征：叶面光滑，无聚集的褐色斑点，柄细长，呈扁圆形，叶片后半部 在 后 期 甚至成熟期仍保留小凹凸（图版I:3）。

LH_{19} 孢子体的主要特征：叶面粗糙，普遍出现轻微隆起的深褐色斑点（图版I:4）叶片的色泽比 LC_1深得多，柄较短，其横切面略呈扁平状，叶片后期无小凹凸。

虽然LC_1 和 LH_{19} 都属早熟类型，但LH_{19}不耐受较高温度，叶子于后期在褐斑处发生白化和脱落较重。如 1980 年 7 月 14 日（上旬平均水温为 19.8℃——青 岛 太 平角海区）观察二十几棵 LH_{19} 的 海 上材料，全部发生白化和脱落，白化部分就是在褐斑处。其他品系材料，未出现类似情况，色素正常。

为了进一步了解褐斑点形成的情况，我们分别用石蜡切片和冰冻切片的方法，对藻体进行了细胞学观察。结果发现LH_{19}与LC_1叶片在细胞学和组织学方面有着明显差异。例如，①叶片的表皮分生组织在一般海带中只有一层排列整齐的表皮细胞，而 LH_{19}的表皮有一部分是一层细胞，大部分是2—3层以上的细胞，而且细胞的排列不很规则（图版 I :7，8）。②一般海带的叶片的皮层组织中的外皮层细胞与表皮细胞有显著区别，界限较明显，而 LH_{19}的外皮层细胞中，有一些细胞与薄壁的外皮层细胞不同，这些细胞较小、壁厚、排列较紧密，着色较深，与具有分生能力的表皮细胞相似。③LH_{19}突变型的色素分布不仅层次多，而且色素体也较大，色素体在组织固定后不容易消失（图版 I :9）。

另外，LC_1和LH_{19}的含碘量也有差别，LC_1比LH_{19}高得多。经测定，LC_1的含碘量平均是千分之九点六，LH_{19}的含碘量平均是千分之五点七。

值得指出，LC_1和LH_{19}孢子体的不同性状，在海里生长的中期才开始看到，直到后期各自保持一致的特征（图版 I :5,6)。

LC_1和LH_{19}所产生的孢子和其他雌性孢子体所产生的孢子一样，全部萌发为雌配子体。

这些雌配子体培养在实验室的同一条件下，其发育情况也有所差异，从 1978 年 6 月份同时所采孢子情况来看，LH_{19} 较快成熟，较早进行孤雌生殖。情况此表 1 所示。

表 1　LC_1 和 LH_{19} 雌配子体发育的比较

（采孢子后第15天玻片材料15×20）

组　别	个 体 数	配 子 体	卵、幼孢子体
LC_1	150	146	4(2.7%)
LH_{19}	201	163	38(18.9%)

与此一致的是我们同时随机检查附着在棕帘上的配子体。在

表 2　LC_1 和 LH_{19} 雌配子体在弱光下第70天生长情况

（15×20玻片材料）

组　别	个 体 数	成　活	死　亡
LC_1	1195	1181	14
LH_{19}	1323	352	971

注：LC_1 的个体数是 10 个视野随机统计的。LH_{19} 的个体数是从存活下来的部位的 10 个视野统计数。

密度大体相似的10根棕毛上，除配子体外，LH_{19}有65个孢子体，LC_1只有9个幼孢子体。

还有，LH_{19}配子体的生活力较低。我们多次观察到，在实验室相同条件的培养下，LH_{19}配子体死亡数目较多。这在弱光保种的材料中也看到了相似的情况，如表2所示。

1978年，我们曾分别让LH_{19}跟“860”和“35X”两个品种的普通海带杂交“860”和“35X”。的孢子体叶片光滑没有聚集凸起的色素斑。杂交所产生的杂种孢子体全部叶片光滑，没有类似LH_{19}的色素斑。如图2示。这表明突变型是隐性的。在F_2中，又出现了少量的突变型海带。

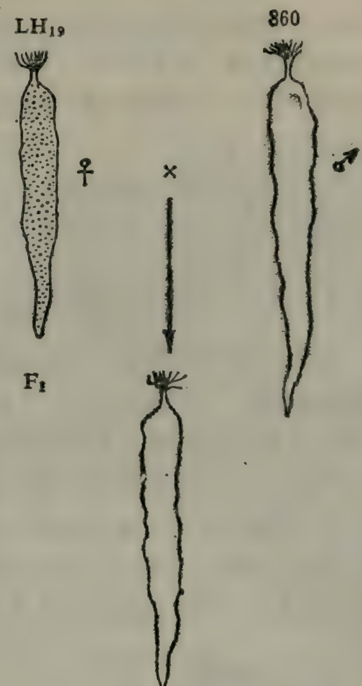


图2 杂交实验

讨 论

1. LH_{19}变异型从何而来

LC_1和LH_{19}是同一来源，它们的孢子体的形态特征，有基本相同的地方，但也表现出一定的差异。LH_{19}叶片出现深褐色斑点，这种性状在一般海带中有时也看到。但在一般海带中，这斑点不隆起，也无粗糙感，更不会因有褐斑而不耐受较高温度。

为什么会出现这些差异？一个合理的解释是LH_9来自LC_1中的突变。理由如下：①原始材料是单倍体，又是无性生殖系（LC_1），细胞数目很大，比较有自然突变的机会。②我们知道，对于单倍体生物，任何突变，大都有表现的机会，特别是效应较大的突变，比较容易观察到。我们目前报道的这个突变是效应较大的。

考虑了这个突变型出现的时间，推断突变发生于1976年的雌配子体无性生殖系的个别细胞中。

2. LH_{19}叶片深褐色斑点出现的情况

这性状的出现需要一定的条件。经连续3年的观察，孢子体下海初期到翌年4月份之前，LC_1和LH_{19}在形态上差别不大。到4月中下旬（此时海上水温平均11℃左右），LH_{19}从中带部开始出现褐色斑点。藻体越近成熟，这性状也越明显，一是颜色加深，二是凸起加大，用手触摸有粗糙之感。在我们的材料中，无论下海时间早晚，或藻体大小不等，或在不同的养殖区中均在较集中的时间里同时出现褐色斑点。看来温度促进了褐斑的形成。

3. 多效性

LH_9孢子体不仅具有深褐色斑点，而且不抗高温以及配子体活力较差等。这可能是由于基因的多效性所致。

参 考 文 献

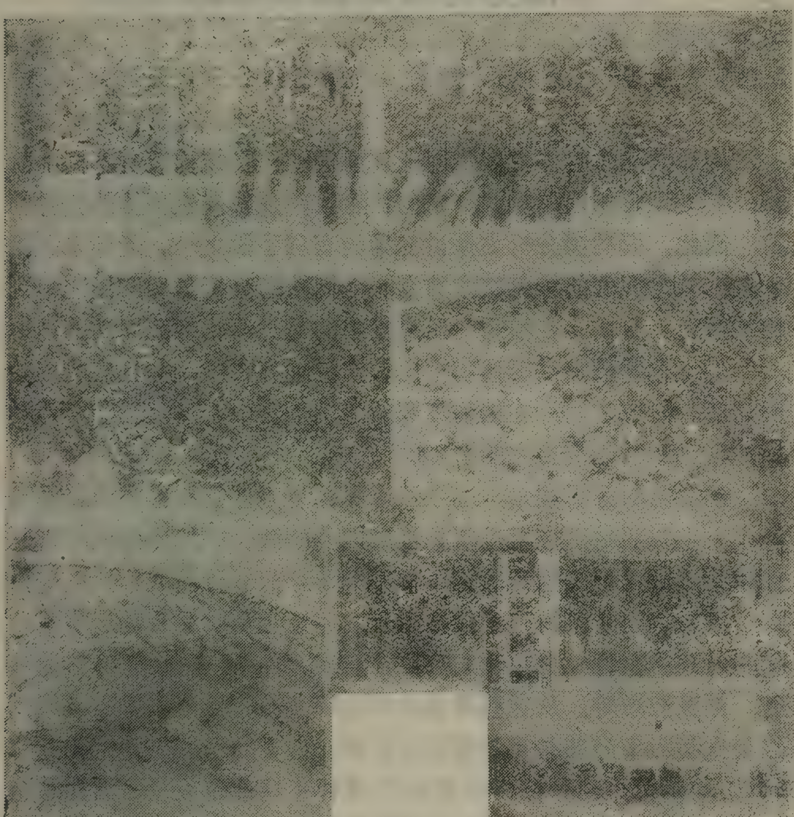
[1] Lewin, R. A., 1958. Genetics and marine algae, in *Perspectives in Marine Biology*, ed. by Buzzati-Traverso, A. A., University of California Press, 547—557.

[2] Fjeld, A. and Lovlie, A., 1976. Genetics of multicellar marine algae, in *Genetics of Algae*, ed. by Lewin, R. A., Blackwell Scientific Publications, 219—235.

[3] Takaaki Kobara (高原隆明), Akio Miura (三浦昭雄) and Yusho Aruga (有贺祐胜), 1976. *In vitro studies the green type mutant of porphyra yezoensis Ueda La mer* (Bulletin de la société

francorjaponaise d océanographie), 14 (2): 56—63.
[4] Akio Miura (三浦昭雄), 1979. *Proc 7th Japan-Soviet Joint Symp,* Aquaculture, Tokyo, 161—168.
[5] 三浦昭雄·国藤恭正, 1980.《遗传》34 (9): 14—20.
[6] Fang, T. C. *et al.*, 1978. *Scientia Sinica,* **21** (3): 401—410.

本文合作者：欧毓麟　崔竞进



1. 成熟的LC_1孢子体； 2. 成熟的LH_{19}孢子体； 3. 示LC_1孢子体，无色素斑点； 4. 示LH_{19}孢子体叶面上的色素斑点； 5. LC_1孢子体在海里养殖情况； 6. LH_{19}孢子体在海里养殖情况； 7. 无斑点海带横切面，示表皮细胞； 8. LH_{19}突变型横切面（示表皮细胞8×16）； 9. LH_{19}突变型纵切面（未经染色示表皮细胞的色素体8×16）

过氧化物酶同功酶在海带和裙带菜各部分分布的初步分析

前　　言

同功酶是生物体内催化同一反应而分子结构有所不同的酶类，其基础是相近的基因。它们的存在，反映着生物体的变异情况。因此，同功酶分析是探讨变异的有利手段之一。近年来，由于电泳技术和酶的染色技术的发展，同功酶分析已经广泛应用到遗传学上。目前，在植物中研究最多的是过氧化物酶同功酶。

过氧化物酶在高等植物中比较广泛地存在着，并且有较多的同功酶。研究表明，在植物不同的组织器官中，过氧化物酶同功酶的数目和活性有很大的差别[1,2]。

同功酶的分析技术，迄今还未见到有人应用到藻类遗传学研究上。本实验试图应用过氧化物酶同功酶分析技术来探讨海带、裙带菜这类大型定生海藻孢子体不同部分的分化问题。

海带、裙带菜的孢子体在生长发育过程中，会分化出假根、柄和叶片；藻体又会分化成表皮、皮层、髓部等组织，以及筛管、粘液腔道等。从这些形态学和组织学的特性上来看，我们可以把这类大型海藻与高等植物作比较。海带的一些生理生化上的特性，如同化产物的长距离运输[3]、藻体不同部位羧化酶活性的差别[4]以及组织培养时藻体不同部位再生能力的差别[5]等，都支持了组织分化假说。但是另一方面，构成假根、柄、叶片的这类海藻的孢子体，并不会象高等植物那样，分化成真正的根、茎、叶等器官。本文将从遗传学角度对海带、裙带菜孢子体各部分的分化情况作初步探讨。

材料和方法

1. 材料

实验所用的海带是纯系海带♀LC_3小孢子体。这个纯系是方宗熙等[6]在海带单倍体遗传育种工作中培育出来的。在棕绳上采苗后，先放在实验室里培养，然后放入海里生长，2个月后采集，藻体长约20—30厘米。

所用的裙带菜〔*Undaria Pinnatifida*(Harv) Sur〕，是1980年12月至1981年2月在青岛海岸潮间带采集的，藻体长约20—30厘米。

所有实验材料先用海水洗净，然后用冷蒸馏水漂洗，除去其附着的杂藻。

2. 酶液提取

把材料的不同部位（假根、柄、叶片）分别切下，放入液N_2中冰冻3小时。样品加入3倍的0.1*M*Tris—HCl缓冲液，pH8.3，再加入少量石英砂在研钵中冰浴研磨40—60分钟，成匀浆状。匀浆液在2℃抽提8小时。离心（4000转/分）20分钟。上清液置－20℃冰冻24小时后，再以10 000转/分冷冻离心30分钟。上清液用葡聚糖凝胶G25浓缩2倍。制备出的酶液每管凝胶加样0.1毫升。

3. 电泳分离

采用聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳。

凝胶的制备：7％的凝胶系统，胶直径5毫米，胶长6厘米。凝胶制备方法见表1。

电泳条件：电流：每管凝胶2毫安；电压200伏；8℃左右电泳2小时。

表1　7%凝胶系统的配制

贮　备　液	A、1*N*HCl 48.0毫升；Tris 36.4克；TEMED 0.23毫升，加水至100 毫升 pH8.9。
	B、丙烯酰胺 28.0 克；甲叉双丙烯酰胺 0.735 克；加水至 100 毫升。
	C、过硫酸铵0.14%。(用前配制)
配　　胶	A:B:C:H_2O=1:2:4:1
电极缓冲液	Tris3.0克；甘氨酸14.4克；加水至1000毫升，pH8.3，用时稀释10倍。

4. 染色鉴定

染色液：醋酸联苯胺溶液（1克联苯胺溶于9毫升醋酸中，加水36毫升）10毫升；3%过氧化氢5毫升；加水85毫升。

染色：将凝胶从管中取出，放入染色液中染色10—20分钟，即出现蓝色的酶带，然后置水中漂洗，放在5%的醋酸溶液中保存凝胶。酶带在醋酸溶液中变为棕红色。

结果和讨论

从同功酶带型分析来看（图1、2），海带孢子体中至少含有五种同功酶，按照它们电泳迁移率的快慢，分别称为A、B、C、D和E带。其中C带较浓，可能是由两种到三种迁移率相近的酶带所组成的。海带的假根和柄的同功酶带型完全相同，具有三条同功酶（B、C、D）带。叶片的同功酶带型变异较大，具有四条（A、B、C、E）带，由此可以看出，在海带五条同功酶带中，B、C带在藻体各部分都存在，D带是假根和柄中所特有的，而A、E带只存在于叶片中。裙带菜含有六种过氧化物酶同功酶。迁移率比较慢的A、B、C、D四条带，在藻体所有部位都存在，柄里只含有这四条带，假根里多出一条E带，叶片里比

柄里多出一条迁移率较快的F带。

从海带、裙带菜的过氧化物酶同功酶在藻体不同部位分布上的差别来看，说明了它们细胞里的全套基因在藻体不同部位表达情况是不同的。这表明，海带和裙带菜都有了不同程度的茎叶分化。在海带里，假根和柄的同功酶带型完全一致，而叶片的带型和前两者的带型有较大的差别。因此，可以推断，在海带孢子体里过氧化物酶同功酶的产生，假根和柄是相同的基因在发生作用，它们是相近的器官，而叶片里有不同的基因在发生作用，可看作是性质不同的另一类器官。这一结论与Saga等(1977)[5]在观察到海带不同部分在组织培养中再生能力有差别后所作的结论一致。在裙带菜中，假根、柄、叶片产生过氧化物酶同功酶有各不相同的基因在发生作用，可以认为它们是性质各不相同的器官。以上推论如果成立，还可以认为，裙带菜在进化上比海带更进了一步。

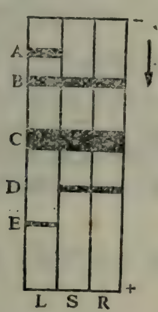


图1　海带孢子体不同部位同功酶带型

L. 叶片; S. 柄; R. 假根

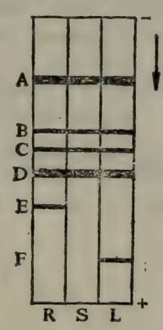


图2　裙带菜孢子体不同部位同功酶带型

R. 假根 S. 柄; L. 叶片;

虽然在植物体内，过氧化物酶的作用还不完全清楚，但是，很多研究已经表明，在高等植物中，过氧化物酶同功酶的多少及活性的高低和植物的生长以及激素水平的调节有关。Galston (1969)[7]指出，过氧化物酶在调节吲哚乙酸水平起主要作用。

Gasper 等[8]发现，当用抑制赤霉素合成的物质处理植株，其生长受抑制时，过氧化物酶的活性显著提高。本研究结果表明，在海带和裙带菜生长比较旺盛的器官（如海带的叶片、裙带菜的叶片和假根）里，同功酶带比较多。从这一实验结果我们可以推测，在海带和裙带菜里、过氧化物酶也可能和藻体的生长调节有关。

参 考 文 献

[1] Scandalios. J. G., 1964. Tissue-specific isozy me varitious in maize. J. Heredity, **55**: 281—285.

[2] 李继耕，杨太兴、曾孟潜，1980。同功酶与玉米杂种优势研究 II 互补酶类型及其在不同器官中的分布。遗传，**4**: 4—6.

[3] Schmitzk, K., C. S. Lobbon, 1976, Asurvey of translocation in *Laminarales* (*Phaeophyceae*). Mar. Biol. **36**: 207—216.

[4] Kuppers, U., Kremer, B. P., 1978, Longitudinal profiles of carbon dioxide fixation capaclties in marine macroalgae. Plant Physiol., **62**: 49—53.

[5] Saga, N., Y. Sakai, 1977, Studies on the morphogenesis of *Laminariales* plant. Bull. Jap. Soc. Phycol., **25** (suppl): 297—301.

[6] 方宗熙，欧毓麟，崔竞进，戴继勋，陈登勤，1978。海带单倍体遗传育种的实验。中国科学。**2**.

[7] Galston. A. W., Davies. J. P. 1969, Hormonal regulation in higher Plants. Science, **163**: 1288—1297.

[8] Gasper, T., Lacoppe, J., 1968, The effect of CCC and Amo-1618 on growth, catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase activity of young seedlings. Physiol. plant. **21**: 1104—1109.

本文合作者：唐延林

用酶法分离紫菜营养细胞和原生质体获得成功

前　言

自从六十年代初，Cocking[1]用纤维素酶分离蕃茄原生质体获得成功以来，植物细胞和原生质体的制备已经广泛地采用了酶法。高等植物的研究结果已经表明，应用酶法，不但有可以大量制备的优点[2]，而且制备出的细胞和原生质体损伤少、生活力强，可以用于培养、细胞融合和植物遗传工程的研究[3]，从而为培育植物新品种展示了广阔的前景，也为遗传学的研究开辟了一条新途径。

紫菜作为一种经济海藻。由于细胞壁中含有较厚的胶质物，目前还没有发现任何能有效分解其细胞壁的酶类。因此制备紫菜单细胞，沿用的还是比较原始的机械分离方法[4]。另外至此以前，还未见有人制备出紫菜原生质体。

海螺酶的提取

在做别的研究工作时，我们观察到某些海洋动物，如海螺等，常以紫菜作为它们的食物，从而推测这些海洋动物体内可能含有分解紫菜细胞壁的酶类。通过试验，从一种食藻性的粒嵘螺 *Turbo coronatus granlatus* 消化腺里提取、制备出了一些酶制剂。从实验知道这种海螺酶制剂对紫菜细胞壁有较好的分解能力。这为紫菜体细胞的分离和原生质体的制备提供了有利条件。此项提取、制备酶的工作，由几人合作进行，将另文发表。

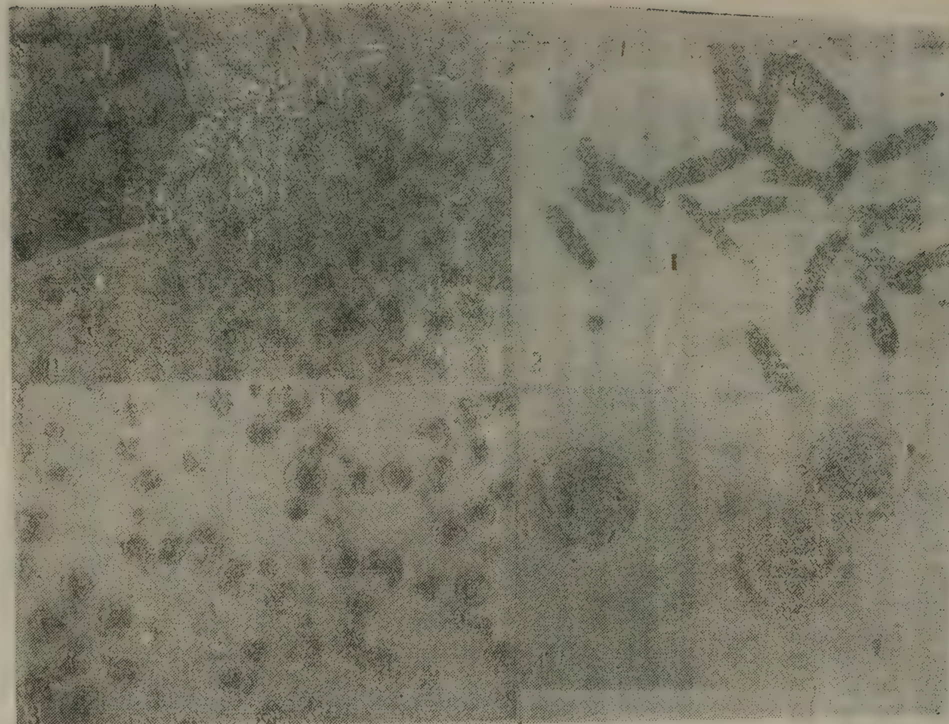
紫菜营养细胞的分离和培养

生长在青岛海岸潮间带的圆紫菜（*Porphyra suboribiculata*）采集后，用毛笔清刷去藻体上附着的杂藻，然后进行表面消毒。把藻体边缘生殖组织部分切去，将剩余的营养组织部分切成5×5毫米的小块。这些叶片小块在32℃用0.5%海螺酶处理，而海螺酶是溶解在含有2*M*葡萄糖作为渗透压平衡剂的0.02*M*醋酸缓冲液中，pH5.8。显微镜观察表明，用海螺酶处理90分钟后，紫菜叶片分解，出现许多圆形单个紫菜营养细胞。用离心的方法收集离散的细胞，用消毒海水冲洗三次，以除去酶溶液，从而获得了大量的紫菜营养细胞（图版Ⅰ：1）。

将紫菜营养细胞放在加富海水培养基[5]上培养，光照每天10小时，光强1500勒克斯左右，温度12—18℃。5天后，培养细胞开始分裂，14天后即可分裂为含有多个细胞的细胞团。然后，在一定的条件下，细胞团内的细胞转化成一种孢子，从细胞团里释放出来。每个这种孢子进行细胞分裂，发育成正常的紫菜叶状体（图版Ⅰ：2）。如果将紫菜细胞附着在塑料绳上，经过以上发育过程，亦可长成小紫菜。这样，为紫菜养殖提供了一条新的育苗方法。

紫菜原生质体的制备和培养

用海螺酶分离出的紫菜培养细胞，再用2%的纤维素酶Onozuka-R10溶液（在含有2*M*葡萄糖的醋酸缓冲液中，pH5.8）处理，32℃保温半小时后，取样在荧光显微镜下用Nagata[6]荧光增白剂染色法染色观察，紫菜细胞完全脱去了细胞壁。用加盐消毒海水（海水中加入0.2*M*氯化钠维持紫菜原生质体的渗透压），洗去酶液，离心收集得紫菜原生质体（图版Ⅰ：3）。



1. 新分离的紫菜营养细胞； 2. 培养的紫菜营养细胞，经过一系列发育过程，长成小紫菜；
3. 紫菜原生质体； 4. 培养的原生质体开始细胞分裂。

将紫菜原生质体培养在加盐加富海水培养基（PES培养基[5]中加入 0.2M 氯化钠）中进行光照培养，48小时后，原生质体长出再生壁。然后把原生质体转移至正常加富海水培养基上继续培养，7 天后，原生质体开始第一次分裂（图 4）。从而证明了用酶法制备的紫菜原生质体有较强的生活力。这种酶法分离制备的原生质体特别适合于细胞融合和遗传工程等方面的研究，为深入开展紫菜遗传育种以及其他遗传学的研究提供了材料。

参 考 文 献

[1] Cocking, E. C., 1960. *Nature*, 187: 962—963.

[2] Rusink, A. W., 1971. *Methods Enzymol.*, 23A: 197—209.

[3] Bajaj, Y. P. S., 1974. *Euphyitca*, 23: 633—649.

[4] 赵焕登，张学成，1981。山东海洋学院学报，**11**: 61—65.

[5] Provasoli, L., Proc., 1963. *Intern. Seaweed Symp.*, 4: 9—17, Pergamon Press, New York.

[6] Nagata, T., Takebe, I., 1970. *Planta*, (Berl), **92**: 301—308.

本文合作者：唐延林

海带"单海一号"新品种的选育
——用海带单倍体材料培育新品种

前　言

海带是我国重要的养殖海藻。选育海带新品种进行养殖，可以提高产量和质量。六十年代初期，鉴于当时所养殖的海带是杂种，山东海洋学院和科学院海洋研究所有关同志合作，对海带进行了遗传育种研究。他们采取的育种方法是从自然种群中选出个别优良个体，进行单棵采孢子，自交，然后从后代中选优培育，经过连续若干代的自交和定向选择，得到了优良品种[1]；以后青岛和某些其他地区的若干单位采用相同方法，选育出一些好品种[2]，对我国海带养殖作出了贡献。七十年代中期，山东海洋学院的一些科学工作者对海带进行单倍体遗传研究，出现了海带配子体无性生殖系，得到了若干纯系的雌性海带[3]。用这种材料进行杂种优势研究，曾收到一些效果。海带"单海一号"新品种就是利用一个纯系的雌性海带进行改良而成的。本品种分别在青岛和荣成两地养殖，结果一致。

材料、方法和新品种的历史

"单海一号"的亲本是"单一"纯系雌性孢子体。这个纯系起源于一个雌性配子体无性生殖系。这个雌性孢子体的主要特征是：藻体较大，健康，成熟好，中带部较宽，藻体较长。缺点是叶片稍薄。从1976—1978年都保持稳定性状。于是改进这个纯系

叶片厚度就成为主要研究课题。

1978年夏，“单一”采孢子后，即与一棵杂种海带所产生的雌配子体进行杂交。这棵父本海带的主要优点是叶缘较厚，色泽较深。杂交后挑选出一棵优良海带，养殖于海上作为 F_1 代孢子体。F_1代自交所产生的F_2代出现广泛的分离现象。我们从中选出一棵叶片较厚的优良孢子体进行单棵采孢子，由此得到了F_3代。F_3代仍出现分离现象，我们又从中选出一棵符合要求的优良孢子体，进行单棵采孢子，由此得到了 F_4 代。采用同样的定向选择和单棵采孢子的方法，我们得到了 F_5 代孢子体。

“单海一号”的历史可以概括如下：

“单一”雌配子体×杂种雄配子体（1978夏）

↓

从许多成熟孢子体中选出一棵，作为 F_1。（1979夏）

↓（自交）

F_2(1980)

性状分离较大，选出一棵作为亲本。

↓（自交）

F_3(1981)

表现良好，有分离，选出一棵作为亲本。

↓（自交）

F_4(1982)

表现良好，有些分离，选出一棵作为亲本。

↓（自交）

F_5(1983)

表现良好，分离少。

实 验 条 件

（1）“单海一号”从 F_3 代开始看到苗头后，我们在实验中即

注意与对照品种的比较。在培育过程中对各品种均是严格地单独采苗、单独培育，不使混杂。海上养殖要求分苗时间、分苗标准、实验海区及其管理措施等基本相同，力求实验条件的一致性。

(2)在生产性实验中，从F_3代起，我们挑选出若干棵表现型一致的孢子体进行混合采苗，供扩大养殖面积之用。同时，选取一棵最优良的孢子体单独采苗，进行育种。这是"单海一号"的真正系统。

实验结果

1) "单海一号"与对照品种比较 "单海一号"基本上是改良了的"单一"，藻体柄呈扁圆形，基部圆钝，后期在"荣成"和"青岛"叶一般可长达3—4米，稍短于对照的"860"品种。但"单海一号"中带部较宽，所占叶宽的比例较大，藻体较厚，上下部厚度分布较均匀（图版Ⅰ），优于其它对照品种如"860"、"荣一"和"青岛老种"、"荣成老种"等(表1和表2)。此外，该品种藻体韧性较大，后期脱落较轻，抗烂能力较强。

根据实验计划，1983年在荣成地区进一步扩大实验数量，进行中间生产试验，共分苗5000绳（合12.5亩），与该地区现有生产种进行比较。在青岛地区分苗150绳，同时与4个对照品种进行全面比较。从中、后期的生长情况来看，两地的"单海一号"长势均较好（表3、表4和表5）。

我们采用$t=\dfrac{|\bar{x}_1-\bar{x}_2|}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1}+\dfrac{S_2^2}{n_2}}}$公式，对新品种的中带部宽度和叶片厚度与对照品种进行了统计学测验，看到"t"值均在2以上。这表明上述性状的差异是显著的（表6）。

表 1　荣成地区（俚岛湾）几个品种海带主要经济性状比较

日期	品种＼项目	测量棵数	叶长(厘米) $\bar{x}\pm s$	叶宽(厘米) $\bar{x}\pm s$	中带部宽（厘米） $\bar{x}\pm s$	占叶宽(%)	叶片厚度（毫米） 基部厚 $\bar{x}\pm s$	中部厚 $\bar{x}\pm s$	梢部厚 $\bar{x}\pm s$	平均
1981年	“单海1号”	35	295.7±32.20	31.54±3.91	12.40±1.48	39.3	2.60±0.32	2.21±0.19	2.02±0.18	2.27
	“860”	35	364.3±54.91	31.13±3.97	10.43±1.23	33.5	2.41±0.30	1.99±0.24	1.77±0.17	2.06
	“荣1”	35	286.0±33.36	29.23±3.54	10.57±0.92	36.2	2.52±0.23	2.00±0.16	2.00±0.12	2.17
	“荣成老种”	35	220.9±26.80	34.43±4.00	不明显，平板状	/	2.25±0.32	2.03±0.17	1.90±0.17	2.06
1982年	“单海1号”	30	392.1±51.24	35.55±2.80	10.05±0.81	28.3	3.52±0.27	1.75±0.26	/	2.69
	“860”	30	429.0±73.79	32.50±4.73	8.23±0.85	25.3	3.23±0.37	1.69±0.22	/	2.46
	“荣1”	30	403.7±49.40	35.50±4.42	10.20±0.95	28.7	3.72±0.24	1.71±0.21	/	2.71

注：1. “860”是已推广的高产品种海带；“荣1”是荣成地区推广的优良品种；荣成老种是过去该地区的主要生产种，1982年淘汰。

2. 叶片测厚工作进行如下：藻体的测量部位各打 10个孔，重叠量出厚度，然后求其平均数。

表 2　青岛地区（太平角湾）几个品种海带主要经济性状比较

日期	品种＼项目	测量棵数	叶长（厘米）$\bar{x}\pm s$	叶宽（厘米）$\bar{x}\pm s$	中带部宽（厘米）$\bar{x}\pm s$	中带部宽 占叶宽（%）	叶片厚度（毫米）基部厚 $\bar{x}\pm s$	中部厚 $\bar{x}\pm s$	平均
1981年	“单海一号”	30	197.10±25.98	24.14±2.95	7.66±0.72	31.7	2.68±0.21	1.71±0.13	2.20
	“860”	30	173.40±45.80	22.50±3.80	7.17±0.87	31.9	2.60±0.22	1.66±0.15	2.13
1982年	“单海一号”	30	257.50±29.96	26.72±2.81	7.90±0.74	29.6	3.12±0.18	1.89±0.15	2.51
	“荣一”	30	252.33±34.31	27.80±2.16	7.38±0.68	26.5	3.03±0.24	1.74±0.12	2.39
	“青岛老种”	30	227.50±23.15	24.17±2.85	7.02±0.70	29.0	2.98±0.28	1.70±0.18	2.34

表 3　荣成地区生产材料中、后期生长情况（两绳平均数）

品种	月份	叶长（厘米）	叶宽（厘米）	平均日增长（厘米）	平均日增重（克）	品种	月份	叶长（厘米）	叶宽（厘米）	平均日增长（厘米）	平均日增重（克）
“单海 1 号”	83年1月下旬	233.0	25.0	3.32	7.16	生产种“荣 1”	83年1月下旬	216.0	23.5	3.03	6.44
	83年2月下旬	304.8	27.0	3.87	11.45		83年2月下旬	297.5	30.0	2.75	10.26
	83年3月下旬	364.4	31.0	3.60	14.81		83年3月下旬	335.0	32.0	2.22	13.90
	83年4月下旬	441.0	31.8	2.21	15.88		83年4月下旬	405.0	31.5	2.05	15.12
	83年5月下旬	432.8	31.9	0.63	2.69		83年5月下旬	415.0	31.5	0.55	4.46

注：最后收获情况见表 10。

表 4　青岛地区五个品种海带中期生长情形（1983.4.21）

品　　种	棵数 (u)	叶长（厘米） $\bar{x}\pm s$	叶宽（厘米） $\bar{x}\pm s$	中带部 宽（厘米） $\bar{x}\pm s$	中带部 占叶宽比例（%）
"单海 1 号"	34	368.82±45.49	34.5±4.53	8.56±1.25	24.8
对　照　1	36	432.0±96.23	31.9±2.96	7.18±0.58	22.5
对　照　2	37	368.8±55.52	32.0±5.06	7.74±1.05	24.2
对　照　3	36	386.4±60.08	33.6±5.06	7.83±0.81	23.3
对　照　4	36	330.3±55.05	33.6±4.50	7.42±1.11	22.1

表 5　青岛地区（太平角湾）五个品种海带后期主要经济性状比较（1983.6.15）

项目 / 品种	测量棵数	叶长（厘米） $\bar{x}\pm s$	叶宽(厘米) $\bar{x}\pm s$	中带部宽（厘米） $\bar{x}\pm s$	中带部宽 占叶宽(%)	叶片厚度（毫米）* 基部厚 $\bar{x}\pm s$	叶片厚度 中部厚 $\bar{x}\pm s$	叶片厚度 平均	重量 鲜重	重量 干重	重量 鲜干比	重量 单棵干重(斤)
"单海 1 号"	24**	343.1±51.00	34.6±5.17	8.10±1.03	23.4	3.5±0.35	2.2±0.22	2.85	50.2斤	8.4斤	5.98:1	0.35
对 照 1	36	368.9±50.92	32.7±3.90	7.2±0.99	22.1	3.1±0.26	2.1±0.23	2.60	72.6斤	12.2斤	5.95:1	0.34
对 照 2	32	314.4±45.72	33.6±5.70	7.2±1.04	21.5	3.1±0.28	2.0±0.14	2.55	55.8斤	9.3斤	6.00:1	0.29
对 照 3	36	348.2±40.82	32.9±3.55	7.5±1.12	22.8	3.3±0.29	2.1±0.14	2.70	75.5斤	12.0斤	6.29:1	0.33
对 照 4	36	286.0±50.32	33.4±4.50	6.8±0.84	20.4	3.0±0.32	2.0±0.18	2.50	70.7斤	11.3斤	6.26:1	0.31

* 测厚方法同表 1，中部测厚距基部 1.5 米处。

** "单海 1 号"测量材料，6 月上旬因风浪打断，破损棵数未参加测量，故数量减少。

表6 “单海一号”与对照部分性状“t”测验

品	种	中带部宽“t”值	叶厚“t”值
“单海一号”	对照 1	3.4	4.8
	对照 2	3.2	4.7
	对照 3	2.1	2.4
	对照 4	5.1	5.7

2）发育情况　“单海一号”成熟较早，孢子囊面积较大，采孢子后出苗情况良好。发育期：青岛地区一般在4月下旬至5月初即开始出现孢子囊，5月底至6月初即大量成熟。在荣成地区养殖的该品种，6月中旬也已成熟，达到大量采孢子的要求（表7）。

3）产量和产值比较　从连续2年生产的情况来看，“单海一号”的平均产值和等级率都较高，特别是由于藻体韧性较大，厚成较好，加工过程中的碎菜较少，产品质量较高（表8）。

根据表8折合成亩产（干重÷绳数×400），可看出“单海一号”优于对照品种和当地老种，增产幅度是较大的（表9，当地老种产量引自“荣成县水产养殖场情况报告”1981）。

从1981年和1982年的销售情况来看，荣成生产场反映“单海一号”与荣成新种均达出口菜要求。

1983年荣成地区中间试验最后阶段，两品种海带分别单独收割，单独加工，并计出亩产和产值（表10）。

4）几种经济生化性状的分析　我们对“单海一号”的主要化学成份，如褐藻酸钠、碘及甘露醇的含量进行了分析，结果见表11。

从表11中可以看出，“单海一号”的碘和甘露醇含量与一般原料海带相近，而作为海带综合利用的主要指标——褐藻酸钠的含量，“单海一号”比一般原料海带要高些。

表 7　荣成地区（俚岛湾）几个品种海带的发育情况

品　种	1981年6月10日				1982年6月15日			
	总数（棵）	成　熟	未成熟	发育率（%）	总数（棵）	成　熟	未成熟	发育率（%）
"单海1号"	35	31	4	88.6	30	29	1	96.7
"860"	35	13	22	37.1	30	22	8	73.3
"荣1"	35	27	8	77.1	30	25	5	83.3
"青岛老种"	35	18	17	51.4	/	/	/	/
"荣成老种"	35	4	31	11.4	/	/	/	/

注：成熟以叶片上出现孢子囊为标准。

表 8　荣成地区实验海带1982年收割成果表

收割日期	品种	数量		质量										总产值	平均每斤
		绳数	重量（斤）（淡干）	1等		2等		3等		等外		碎菜			
				重量斤	%	重量斤	%	重量斤	%	重量斤	%	重量斤	%	（元）	产值
6月上旬（6.10）	"单海一号"	211	2064.8	1794.3	86.90	127.5	6.17	57.0	2.76	77.0	3.73	9.0	0.44	1031.25	0.499（元）
6月上旬（6.10）	"860"	205	1764.3	1544.5	87.54	68.5	3.88	58.3	3.30	39.0	2.22	54.0	3.06	862.46	0.489（元）

注：1. 目前各类等级单价：1等0.51元；2等0.46元；3等0.43元；等外0.30元；碎菜0.12元。
2. 从总的情况来看，"单海一号"1—2等所占比例较高，碎菜较少，产值也高于对照。
3. 总产值为最后出售款数。
4. 上述数据均由荣成水产养殖场提供。

表 9　产量和产值的比较（1982.10）

品　　种	折合亩产（淡干，斤）	产量比较（以对照为100）	亩　产　值（元）	产值比较（以对照为100）
“单海一号”	3914.31	113.6	1954.98	116.2
“860”	3442.54	100.0	1682.54	100
“荣成老种”	3209.00	93.2	/	/

表10　1983年荣成地区（俚岛湾）中间生产试验结果

品种＼项目	对比亩数	亩产（斤）		等　　级					产　值（元）	
		平均亩产	比较(以对照为100)	一等	二等	三等	等外	碎菜	平均亩产值(元)	比较(以对照为100)
“单海一号”	12.5	4479	104.25	87.12	6.67	2.34	2.40	1.40	2213.90	104.60
对　照（当地生产种）	12.5	4296	100	87.30	5.35	2.22	4.12	1.10	2116.41	100

注：1.　平均亩产以淡干计，“单海一号”比当地生产种每亩增产 183 斤。

2.　产值按国家收购价，每亩平均增值 97.49 元。

表11　“单海一号”主要化学成份（1983.7）

材　　料	褐藻酸钠含量（%）	碘　含　量（‰）	甘露醇含量（%）
“单海一号”	26.9	5.4	21.3
一般原料海带	一般25左右	一般 4 左右	17—23

注：1.　成份分析由青岛第二海水养殖场化验室进行。

2.　“单海一号”化验数量 35棵，采用整体混合，均分四份依次化验，取其平均值。一般原料海带含量属常年分析数值。

小　　结

“单海一号”的主要特征是：叶片较厚，中带部较宽，厚成较好，藻体韧性较大，后期脱落较轻，抗烂能力较强。收获后该品种产品等级率较高，产量与在荣成推广的优良新品种“荣 1”相近或稍高。

根据几年来的实验结果来看，“单海一号”性状已基本稳定，中间实验成绩良好，适于在荣成和青岛地区推广养殖。其他地区也可试验养殖。

“单海一号”是利用海带单倍体材料进行育种而取得成果的首次记录。海带单倍体材料的特点在于雌雄分开，遗传性纯一，便于杂交实验，纠正某些优良纯系海带的缺点。在海带养殖中利用海带单倍体材料进行育种和杂种优势研究，值得进一步试验，为海水养殖作出更大的贡献。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带“海青一号”的培育及其遗传分析。中国科学，19(2)。

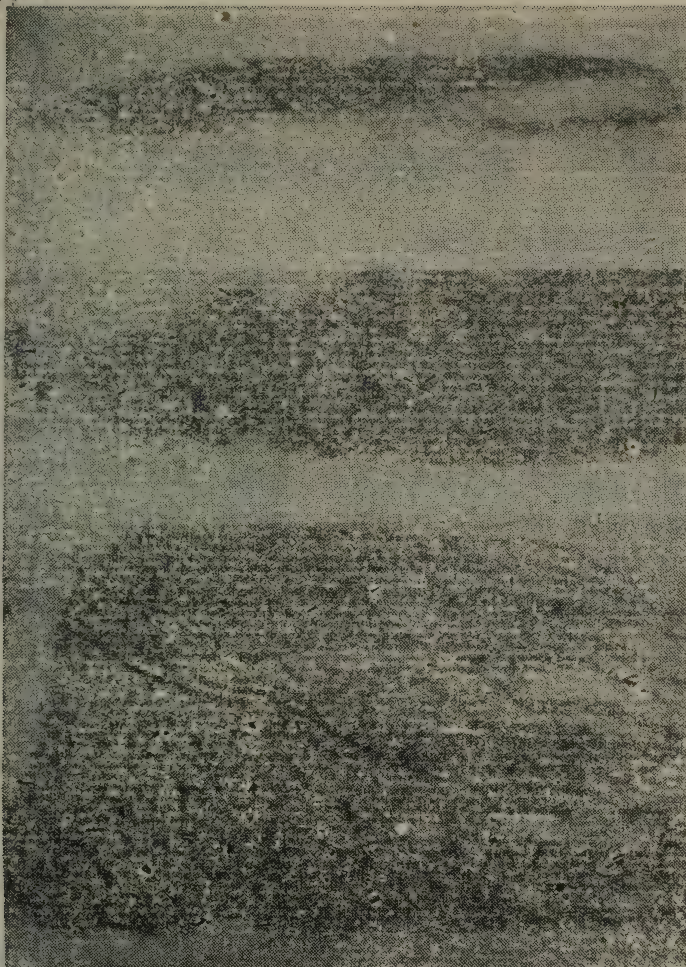
[2] 中国科学院海洋研究所、黄海水产研究所，1978。海带高产高碘品种的培育。中国科学，19(2)。

[3] 方宗熙、戴继勋、欧毓麟、崔竞进、陈登勤，1978。海带单倍体遗传育种实验。中国科学，21(3)。

本文合作者：崔竞进　欧毓麟　戴继勋　王梅林

刘启顺　杨清明

图版 I



海带"单海一号"新品种(赵新伟　摄影)
左边为海上养殖情况；中和右表示新品种的主要性状

海带杂种优势的实验

前　　言

杂种优势在农业生产中占有重要的位置。美国的杂交玉米[1]和我国的杂交水稻[2]都以强盛的杂种优势而闻名于世。

海带杂种优势的研究开始于六十年代[3]。七十年代我们成功地建立了海带配子体无性生殖系（克隆），又利用它进行了杂种优势的研究，取得了一些结果[4]。1981年，我们从日本得到了与我国养殖的同一物种海带（*Laminaria japonica*）雌雄配子体克隆，利用其雄性配子体克隆与青岛的一个雌性配子体克隆杂交，得到了前所未见的杂种优势。这里报告这次实验的结果。

材料和方法

1. 实验材料

（1）青岛产的一个雌配子体克隆“FH_{10}”，F代表雌性，H代表单倍体即配子体，10是第10个雌性单倍体克隆。

（2）日本产的雄性配子体克隆，即“MHJ”，M代表雄性，H代表单倍体，J代表日本。

上述两种克隆都形成簇状体含有数以百万计的细胞。这些细胞都很健康。

杂交方法　将上述雌雄两种克隆磨碎，然后把它们混养在一起，让它们有充分杂交的机会。

2. 培养条件

温度8—10℃；光照强度约为2000勒克斯；培养液是消毒海水加入适量的营养盐——N和P。配子体时期加入N：4—6ppm，P：0.4—0.6ppm；孢子体时期加入N：6—8ppm，P：0.6—0.8ppm。每星期换水1—2次。

待孢子体长到一定大小（叶长大约3厘米），即移入海里养殖。同一时期移入海里养殖的还有父本和母本所属的孢子体。与此同时在海上养殖的还有一些品种材料。

海上养殖的材料都按时管理。对刚下海的小苗，及时清除浮泥和杂藻。在生长期间做定期的观察和测量。6月中旬对各种材料进行全面的测量。

对成熟孢子体叶片所含的碘、褐藻胶和甘露醇含量也进行了定量测定。

结　果

1. F_1与亲本的比较

实验中的杂种F_1数百棵，形态非常一致。这种情况在任何品种中都未曾看到过。

F_1的主要特征具有双亲的性质，情形如表1所示。

表1　F_1与双亲形态和生理特征的比较

性状 名称	根系（假根）	柄形（横切面）	叶基部	中带部	色泽	孢子囊面积	成熟期	脱落情况
F_1	特别发达	肾形	楔形	不明显	黄褐	小	较晚	轻
母本	一般	扁圆	近楔形	不明显	褐	一般	一般	轻
父本	一般	扁圆	楔形	不明显	黄褐	小	较晚	较重

F_1又与双亲有显著不同。例如，F_1的根系的发达程度是双亲不能比拟的（表2）。柄部的一侧中部有一明显的纵沟，这是新的性状，不见于亲本。并且在叶长、叶宽和叶厚方面都大大地超过双亲（表2）。

表2　F_1与双亲在根系、叶长、叶宽、叶厚方面的比较

项目 名称	棵　数	根　系 (鲜重克)	叶　长 (米)	叶　宽 (厘米)	叶　厚 (毫米)
F_1	14	210	4.77	37.43	2.69
母　本	15	81	1.39	18.86	1.86
父　本	15	48	1.71	19.03	1.67

从表2可以看出F_1无论从根系还是叶片均比双亲表现出明显的杂种优势。

2. F_1与生产种的比较

比较F_1与若干生产品种，可以看出F_1在生长速度、藻体大小和产量方面都有优势。单棵干重大于其他任何品种（表3）。

表3　F_1与生产种收获时若干经济性状比较

项目 名称	测量棵数	叶　长 (厘米)	叶　宽 (厘米)	叶　厚 (毫米)	鲜　重 (斤)	干　重 (斤)	单棵干重 (斤)
杂种第一代	24	431.3	36.7	3.1	68.6	12.0	0.500
"单海一号"	24	343.1	34.6	3.5	50.2	8.4	0.350
"860"	36	368.9	32.7	3.1	72.6	12.2	0.338
R_1	32	314.4	33.6	3.1	55.8	9.3	0.290
"1170"	36	348.2	32.9	3.3	75.5	12.0	0.333
"青岛老种"	36	286.03	33.4	3.0	70.7	11.3	0.313

3. F_1与生产种在碘、褐藻胶和甘露醇含量的比较

杂种第一代 F_1 的几种化学成分除了褐藻胶以外一般都高于其他生产品种，尤其是碘的含量表现了一定优势，达到高碘水平（表 4）。

表 4　F_1 和生产种在碘胶和醇含量比较

成份 / 名称	碘（‰）	褐藻胶（%）	甘露醇（%）
杂种第一代	7.73	24.44	23.5
"单海一号"	5.39	26.86	21.3
一般生产种	4—6	25左右	17—23

讨　论

（1）由上可以看出，F_1 的杂种优势是明显的，并且有超过生产品种的某些特点，这表示海带杂种优势可以在生产上应用。关键问题在于从实验中选出适宜的杂交亲本，得到适宜的基因组合。

（2）F_1 的优势可能由于同一物种的两地（青岛和日本）海带经过多年的隔离生长，它们的遗传性已有了较明显的差异，两方面的基因组合恰巧能在一起相互作用，而发生有利的效果。

（3）F_1 的另一特点是孢子体形态非常一致。这可以归因于两地（青岛和日本）的雌雄配子体克隆都是纯系。两个纯系杂交的结果必然产生完全一致的基因型。

参 考 文 献

[1] Hayes, H. K., 1963. *A Professor's Story of Hybrid Corn*. Burgess Publishing Company, USA.

[2] 方悴农等，1982。中国农业科学，5。

[3] 方宗熙，李家俊，1963。海洋与湖沼，5 (4)。

[4] 方宗熙等，1979。山东水产学会会刊，2。

本文合作者：欧毓麟　崔竞进

二十五年来的海藻遗传学研究

前　言

二十五年来，我们首先考虑到水产养殖的需要，把海藻遗传学的研究列为我们教研室工作的重要方面。这项研究可以分为两个阶段：①1959—1966年，与中国科学院海洋研究所合作进行有关海带遗传育种的工作；②1966年到现在，结合教学和养殖的需要，扩大了研究对象。除海带以外，还研究裙带菜和紫菜等的遗传育种，并采用了一些新的科学方法，取得了一些新的成绩。

变异的观察

同一基因型对于不同的环境条件有不同的反应，出现不同的变异。这是反应规范问题。不同基因型对同一条件有不同的反应，这一般是遗传的变异。遗传的变异和不遗传的变异经常不易区别，在这方面我们进行了探讨。我们曾用电离射线如X射线和γ射线处理海带配子体和幼孢子体，观察它们的反映。我们发现X射线100伦琴以下的剂量有促进海带雌配子体生长和发育的倾向，1000伦琴以上有明显的致死效应，2000伦琴是雌配子体30天的半致死量，幼孢子体的敏感性则低于雌配子体。用钴^{60}的γ射线处理海带配子体也有相似效应。这些主要是不遗传的变异。用X射线处理纯系的海带雌配体，对不同剂量，反应不同，并观察到若干畸形幼孢子体子，这可能与突变有关。海带配子体对紫外线则非常敏感。He-Ne激光和红宝石激光对裙带菜雌配子体发育和幼孢子体的生长有促进作用。对海带也有同样的效应。

不同品系或自交系的配子体和幼孢子体对较高温度（20—24℃）的反应不同，幼孢子体一般比配子体较为敏感。连续光照一般有抑制雌配子体发育的倾向，但有少数雌配子体仍能在连续光照下成熟排卵和受精，长成孢子体。用50—100勒克斯的较长时期的弱光保存海带配子体，恢复光照后，大部分仍具有正常生长发育的能力，不同的纯系配子体对弱光有不同的致死效应。海带柄的生长对光线强度也有反应。在密植情状下，柄长得长些，在较深水层下，也有相似结果。

许多化学品对海带配子体的生长发育也大有影响。发现维生素C对配子体有促进营养生长（细胞分裂）和抑制发育的明显影响倾向。钼、碘、吲哚乙酸、4-碘苯氧乙酸对配子体有相似的作用。无机氮和磷的不适当比例对配子体的生长不利。铜和汞在很低剂量下，并不致死。低剂量的汞对裙带菜配子体的发育有刺激作用。这些大都是不遗传的变异。

从多年来的观察知道，海带和裙带菜的配子体跟其他生物一样，有一定变异和不定变异，其反应规范很广泛。海带和裙带菜的过氧化物酶同工酶有相同处又有差异。这扩大了我们对海藻变异的认识。

育 种 工 作

考虑到海带自然种群未经过系统的人工选择，从未进行过育种工作，有理由认为任何海带孢子体原则上都是杂种，即杂合体。因此对它进行育种，不必采用杂交方法，而可以直接选用性状优良的孢子体，单棵采孢子，进行自交，所产生的后代相当于子二代，由此进行定向选择和连续自交，就可以选育出优良品种。

根据上述原理和方法，到1964年我们选育出“海青一号”（宽叶品种）、“海青二号”（长叶品种）、“海青三号”（厚叶品种）、“海青四号”（薄叶品系）和其他若干自交系。

海带“海青一号”和“海青三号”曾分别在大连和青岛试验推广。“文革”开始后，这些品种大部分混杂消失。但是海带育种的原理和方法，已在有关海带养殖单位得到了应用。于是又出现了若干海带新品种，在海带养殖中广泛应用，提高了海带的产量和质量（主要提高了叶片的含碘量）。

杂种优势的研究是育种工作的另一方面。从实验知道，在海带中连续自交不一定有害，而某些杂交组合可以产生杂种优势。

性状的遗传

我们对海带的柄长、叶长、叶厚、叶宽等性状进行了遗传规律的探讨，论证了这些性状都是数量性状，在发育中既受微效多基因（polygenes）的制约，也容易受环境的影响。后来从雌性克隆里发现一个质量性状，呈隐性遗传。

单倍体遗传研究

对海带的雌雄配子体进行分离培养，得到了海带单倍体的雌性克隆和雄性克隆，并有若干发现：雌配子体由孤雌生殖长成雌性孢子体，雌性孢子体能成熟产生游孢子，游孢子附着萌发都长成雌配子体。这些雌配子体由孤雌生殖又都长出雌性孢子体，完成了雌性生活史。同时发现了染色体由单倍体转化成二倍体的自然加倍过程，以及性别的遗传基础。雄性配子体在分离条件下由无配生殖长成雄性孢子体，它是不育的。

上述情况也见于裙带菜。

利用单倍体可以进行许多遗传学研究和其他生物学研究。上述研究曾得到1978年全国科学大会的集体奖和个人奖。

利用海带单倍体材料曾选育出“单海一号”新品种，1983年6月得到鉴定，并进行推广。

组织培养、细胞培养

对海藻进行细胞培养是从海带、裙带菜的单倍体开始的。随后又进行紫菜的细胞培养和裙带菜、海带的组织培养，都获得了植株。在原生质体的培养方面，采用果胶酶、纤维素酶和海螺酶处理海藻叶状体细胞，获得了原生质体，并在石莼、礁膜、海带和紫菜中，培养成完整的植株。现在利用分离的紫菜体细胞在养殖上进行试验，已有初步成果。原生质体的制备和培养的成功为细胞杂交创造了条件。

本文合作者：戴继勋

裙带菜若干纯系雌性孢子体的观察

前　言

已经知道，普通海带的遗传性是高度杂合的[1]。因此，有理由认为目前在青岛自然生长的裙带菜〔*Undaria pinnatifida* (Harv.) Sur.〕也一样，因为它未经过系统选择。另一方面，每个雌配子体在分离培养的条件下，都能经细胞分裂形成配子体无性生殖系（克隆)。这些细胞经过发育能形成卵囊排卵，进行孤雌生殖，长成孢子体。由实验可知，它们都是雌的，在那里有染色体自然加倍过程。

我们在实验室里，利用上述方法，曾分离出若干裙带菜的雌配子体，由此得到了一些充分能育的雌性孢子体[3]。这些都是纯系，在裙带菜是首次记录。

材料和方法

1980年初夏，从青岛市太平角海区选择天然生长的健壮成熟的裙带菜，在实验室里采孢子。待孢子萌发形成2—3个细胞的配子体时，进行单个配子体的分离培养，使其形成不同的配子体克隆。1980年秋天，我们让这些雌配子体克隆分别排卵，由孤雌生殖长成雌性孢子体，在同年冬天把不同雌配子体形成的雌性孢子体，放入海里培养。于1982年初夏，它们都长大。我们对性状有明显区别的6个纯系143棵进行了观察。

结　果

裙带菜相同纯系的雌性孢子体，虽然在生长的大小上有所差异，但是他们的基本性状是一致的（表1）。

表1　六个纯系的主要特征

编号	数量	假根系	叶片	孢子叶	其他
UF_1	9	不发达	羽叶深裂	较小	
UF_2	60	较粗大	羽叶中等	发达	不抗烂
UF_3	39	不发达	羽叶深裂	较小	叶面光滑
UF_4	20	一般	羽叶短	较小	
UF_5	3	发达	羽叶稀，深裂	较小	羽叶缘较卷曲
UF_6	12	一般	羽叶宽，叶裂较浅	中等	孢子叶缘卷曲

UF_1　有9棵，表现型一致。假根系不发达（图版Ⅰ:1）。中肋较直，羽叶深裂，基部羽叶密集（图版Ⅰ:10）。叶片表面较粗糙，叶面比较凹凸不平，其上附生毛状物。藻体的长宽比约为1.20。孢子叶稍小，其直径约6—7厘米。

UF_2　有60棵，表现型一致。假根系发达，较粗大（图版Ⅰ:9）。中肋弯曲，羽叶裂度中等，表面具有毛状物。孢子叶发达，直径约9—10厘米，并与羽叶相连一起，藻体不抗烂（图版Ⅰ:4）。

UF_3　有39棵，表现型一致。假根系不发达。羽叶深裂，伸展较长（图版Ⅰ:5），其长宽比为0.47，叶表面光滑，色泽较淡（图版Ⅰ:7），藻体细腻，具有良好的经济特性，孢子叶中等大小，直径约7—8厘米。

UF_4 有20棵，表现型一致。假根系一般。中肋较不直，羽叶中等宽度，羽叶缘较卷曲（图版Ⅰ：12），整个叶裂不深。藻体长宽比为1.1，孢子叶中等大小，直径约6—8厘米（图版Ⅰ：8）。

UF_5 有3棵，表现型一致。假根系发达（图版Ⅰ：6）。羽叶缘较细，较稀，叶缘较卷曲，叶表面比较光滑，藻体长宽之比为1.2，孢子叶较小，直径约4.5—5厘米（图版Ⅰ：11）。

UF_8 有12棵，表现型一致。假根系一般。羽叶宽大，较密，叶裂较浅或中等，叶片很粗糙（图版Ⅰ：2），叶面凹凸较大，具有短毛状物，藻体长宽比近于1，色素较浓，叶不抗烂。孢子叶中等大小，直径约7—8厘米，孢子叶缘具有细小的卷曲，藻体不抗烂（图版Ⅰ：3）。

从上述材料可知，各雌性纯系内，表现很一致，这是由于基因型一致。而不同纯系之间的差异很显著，这是它们的基因型彼此不同所致。

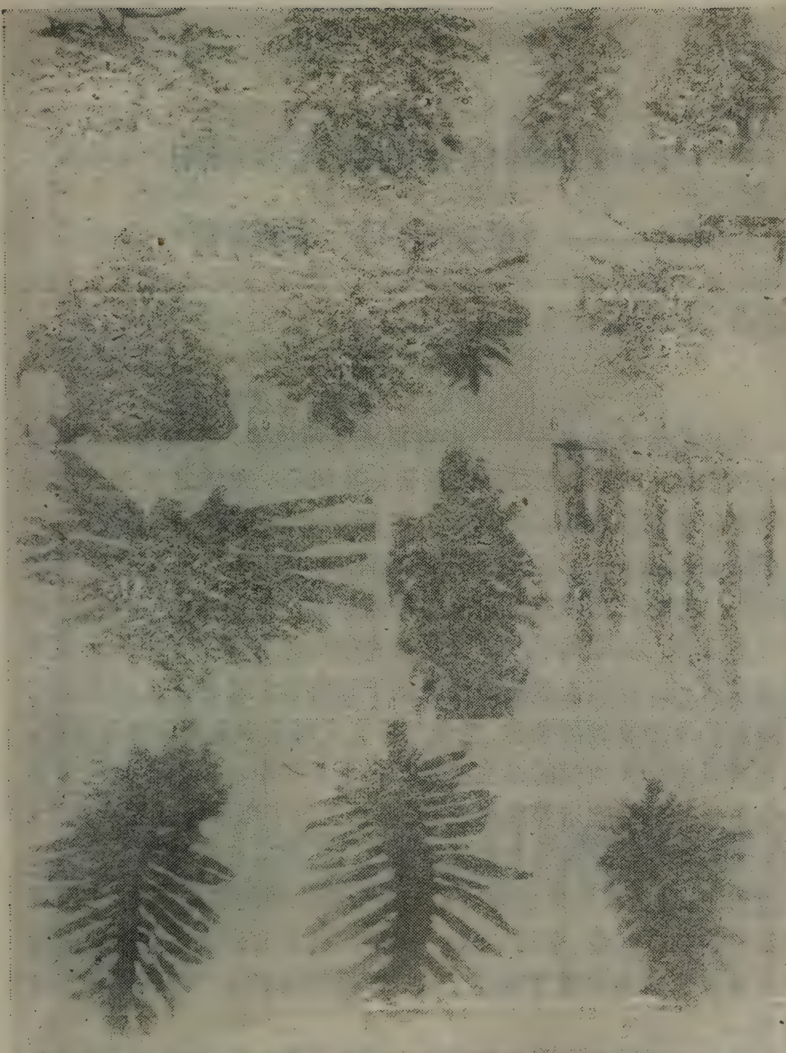
从上述材料也可知，有些雌性纯系，形态很不正常；有的叶面粗糙、品质差；有的不抗烂等。把这些单独培养，似无前途，但可用于杂种优势的实验。有些雌性纯系形态正常，生长很好；有的品质优良，具有经济价值，在生产上有利用前途。如何利用单倍体裙带菜的材料于海水养殖，正在探讨中。

从上述材料还可知，自然种群中的孢子体，正如所预料的，具有高度杂种性，那里存在着某些有害的隐性基因。

参 考 文 献

[1] 方宗熙、蒋本禹，1962。山东海洋学院学报，1:1—5.
[2] 方宗熙、戴继勋、欧毓麟、崔竞进、陈登勤，1978。中国科学，21:3.
[3] 方宗熙、戴继勋、陈登勤，1979。海洋学报，1:1.

本文合作者：戴继勋、王梅林



1. UF_1生长中期示假根系不发达,叶面粗糙； 2. UF_8羽叶宽,叶面粗糙； 3. UF_8孢子叶边缘具细小卷曲，羽叶不抗烂； 4. UF_2孢子叶发达，叶片易烂； 5. UF_3生长期示羽叶深裂； 6. UF_5生长期示叶裂深，根系发达； 7. UF_3成熟期示叶面光滑； 8. UF_4中肋弯曲； 9. UF_2假根系发达粗壮； 10. UF_1成熟期示基部羽叶短而密集； 11. UF_5成熟期示羽叶深裂而稀； 12. UF_4基部羽叶边缘卷曲，羽叶裂度较浅。

海带杂种优势的研究和利用
——“单杂十号”的培育

前　言

杂种优势在农业生产上占有很重要的位置。杂交玉米[1]和杂交水稻[2]的高产量就是最好的例子。我国杂交水稻之所以成功在于找到了雄性不育系。为此菲律宾国际水稻研究中心负责人M. S. Swaminathan认为我国杂交水稻的增产作用可与杂交玉米相比[3]。我国的海带养殖已有多年的历史，但到六十年代初，才开始有品种可供利用[4]。海带是否有杂种优势可用于生产，在当时难以探明。这因为成熟的海带孢子体放散大量孢子，并由此产生的配子体是雌雄混杂的。至今又没有在海带中发现雄性不育株，因此难以进行大规模的杂交实验。七十年代中，我们实验室进行海带单倍体的细胞培养取得成功。由此发现了海带雌性生活史[5]，建立了海带单倍体雌性和雄性克隆[6]。自此以后海带的杂交就容易进行了。过去我们也曾进行了一些杂种优势的实验[7]，但未发现可利用的杂种优势。直到1982—1983年，我们在杂交实验中首先培育出具有明显杂种优势的子一代[8]，把它命名为“单杂十号”杂交种。

1983—1984年，我们重复了“单杂十号”的实验，得到了完全一致的结果。在两次实验中，我们分别选用了一些海带品种作为对照，观察它的增产情况。

“单杂十号”的历史

“单杂十号”这个杂交种海带是从若干杂交实验中得到的一个杂交组合，它是F_1即子一代。其基因型是杂合体。它的母本是FH_{10}，父本是MHJ。在这里，FH_{10}中的F是雌性，H是单倍体，10是第10号单倍体克隆。MHJ中的M是雄性，H是单倍体，J是日本。FH_{10}是我们实验室培养的第10号雌配子体克隆（图版Ⅰ：1）。MHJ是我们于1981年从日本北海道引进的雄配子体克隆（图版Ⅰ：2）。“单杂十号”的历史如下：

FH_{10}（青岛）×MHJ（日本）

↓

“单杂十号”

杂种优势的选育不同于一般品种的选育。具体表现在：

1）海带杂种优势的获得　从许多杂交组合中得到的一个适宜的组合，例如：

FH_{10}×MHJ→F_1即“单杂十号”

2）海带一般品种的选育　从海带群体中挑选出性状优良的孢子体(杂种)$\xrightarrow{\text{自交}}$性状分离，选优留种$\xrightarrow{\text{自交}}$优中选优，连续若干代⟶新品种。

由此可见，寻找杂种优势的关键在于得到适宜的杂交组合。一经得到，年年可以使用相同的父本和母本进行杂交，进行生产。

“单杂十号”的特征

“单杂十号”是由两个纯系杂交所产生的一个杂交种，因此孢子体群体的形态非常一致。这是一般海带品种达不到的。

“单杂十号”的根系特别发达，它的固着能力很强，平均棵根

系的鲜重近200克(图版Ⅱ:4) 这在海带中是罕见的。柄部粗壮，扁平，一侧有一纵沟，横切面呈肾形。藻体较大，叶基部在成熟期呈楔形，叶面平直，厚度均匀，中带部不明显。1983年在青岛太平角海区养殖的群体，最长近6米，一般可达4—5米，棵干重较高，鲜干比较好。成熟发育较晚，在生长后期脱落较轻，能耐受较高温度。

亲本的选择

多年以来，我们曾做了许多杂交组合的实验。

FH_{10}这个雌配子体克隆曾与“860”、“1170”等品种海带雄配子体进行过多次杂交，其杂种子一代表现了一定的杂种优势。因此，在本实验中我们选择FH_{10}作为母本。父本 MHJ 是选用从日本引进的纯系雄配子体克隆。FH_{10}和 MHJ 生长在不同地区，虽属同一物种 *Laminaria japonica*，但已经过五十多年的隔离生长，估计它们的遗传性有了较大的差异。经过杂交，发现子一代对双亲孢子体（图版Ⅱ:1、2）表现了明显的杂种优势（图版Ⅱ:3，表1）。

表1　F_1与双亲在根系和叶长、宽、厚方面的比较

(1983年6月11日)

名称＼项目	棵数	根系（鲜重克）	叶长（米）	叶宽（厘米）	叶基部厚（毫米）
F_1	14	210	4.77	37.43	2.69
母本	15	81	1.39	18.86	1.86
父本	15	48	1.71	19.03	1.67

杂交方法

（1）将FH_{10}和MHJ配子体克隆丝状体磨碎，把这雌雄细胞放入一定量的培养液中，进行游离培养，让它们有充分的杂交机会（图版Ⅰ:3）。

（2）为了模拟生产育苗，我们将上述雌雄配子体磨碎，把无数细胞均匀地撒在小棕帘上，让其固着培养，进行杂交，以便于在自然海水温度下降到适合于小苗生长时，移到海上培养。并观察孢子体形态。

室内培养和海上养殖

1. 室内培养

温度8—10℃，光照强度约为2000勒克斯，培养液是消毒海水加入适量的营养盐——N和P。配子体时期加入N：4—6ppm；P:0.4—0.6ppm。孢子体时期N增加至6—8ppm；P为0.6—0.8ppm。配子体阶段每星期换一次培养液。孢子体出现后，1星期换两次培养液，同时加大水体，进行充气培养。

2. 海上养殖

游离培养的孢子体，长到3厘米左右时，便将它们取出，一棵棵地夹在直径1厘米的细棕绳上，下海暂养；附着在棕帘上的小苗可直接下海。当两种小苗长到15厘米左右时进行分苗。

本实验分苗时间：1983年第一批少量分苗在11月24日，大量分苗在12月17—23日；最后一批在翌年1月上中旬。生产分苗一般在11月中旬，最晚在11月底至12月初。

分苗后在青岛太平角湾养殖，这是一个肥度较低的贫区。1984年在该区共分实验苗800绳，计2亩。

"单杂十号"与对照品种都取11月下旬分苗的同期苗

于1984年2月18日第一次打孔测量，2—4月每月一次，5—6月半月一次。生长期间每次只测叶全长、叶宽和孔距，观察日生长和脱落情况（如图1，图2所示）。每次测30棵。

海上生长和发育情况

1. 生长情况

图1表示"单杂十号"和对照品种的生长情况。"单杂十号"的中期生长速度一般，而对照品种是生长速度较快的一个品种。从图1可以看出，对照品种自3月中旬以后生长速度显著加快，4月中旬达到高峰，5月中旬以后速度显著下降，直至6月份逐渐停止生长。"单杂十号"则下降较缓，从6月下旬生长速度高于对照品种，直到6月中旬还在继续生长，这表示能耐受较高温度（此时期水温为17—18℃），后期仍具有一定的生长潜力。

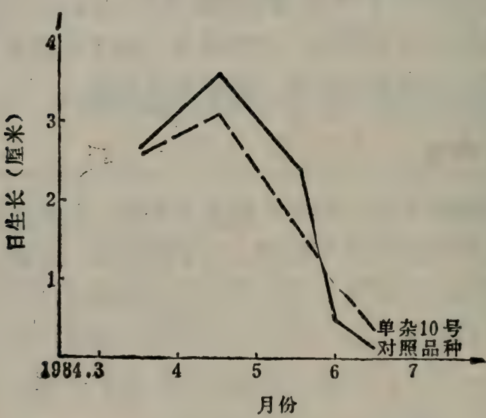


图1 日生长

2. 脱落情况

海带的叶片部分，一般从5月中旬开始大量脱落，6月份梢部脱落达到高峰，因此一个品种在后期脱落的程度直接影响着海带的产量和质量。

图2表明，"单杂十号"的脱落速度始终低于对照品种。对照品种在生长中期虽然生长速度超过了"单杂十号"，但由于中后期大量脱落，藻体的长度要比"单杂十号"短些。

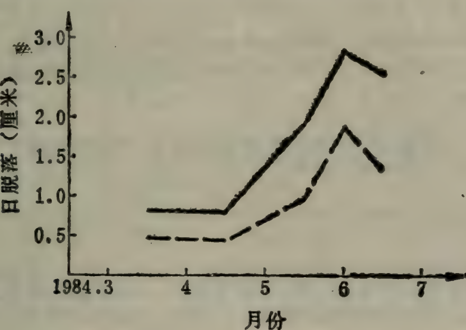


图2　日脱落

3. 发育情况

与一般海带相比，"单杂十号"发育成熟较晚。一般海带5月中旬即开始出现孢子囊，"单杂十号"6月中旬才开始产生孢子囊，面积也较小，多集中于叶片的梢部。7月上旬在少数个体的叶基部才出现孢子囊。

生长性实验

1. 与生产品种比较

1982—1983年度小苗下海后，即以五个生产品种的海带进行了比较试验，结果见表2。

表2 “单杂十号”与生产品种主要经济性状的比较

（1983年6月15日于青岛太平角）

品种＼项目	棵数*	叶长（厘米）	叶宽（厘米）	叶厚**（厘米）	鲜重（斤）	干重（斤）	棵干重（斤）	鲜干比
“单杂十号”	24	431.3	36.7	3.05	68.6	12.0	0.500	5.70:1
“海一号”	24	343.1	34.6	3.5	50.2	8.4	0.350	5.98:1
“860”	36	368.9	32.7	3.1	72.6	12.2	0.338	5.95:1
R_1	32	314.4	33.6	3.1	55.8	9.3	0.290	6.00:1
“1170”	36	348.2	32.9	3.3	75.5	12.0	0.333	6.29:1
“青岛老种”	36	288.0	33.4	3.0	70.7	11.3	0.313	6.26:1

* 各品种测量棵数原均为36棵，最后测量时，因风打断的棵数未计入。

** 叶厚一项，是每棵离基部10厘米处打10孔，所有材料的平均数。

从表2中可以看出，“单杂十号”表现良好，它除表现藻体较长、较宽外，平均棵干重较高，鲜干比较低。

此外，较突出的是“单杂十号”藻体后期脱落轻。6月底至7月初（该区水温达20℃以上）时，各对照品种的藻体脱落较重，脱落区一般在150厘米左右，而“单杂十号”的脱落区不到50厘米，表现了较抗高温的能力。我们将上述部分材料继续在海上保存观察，至7月中下旬，发现对照品种脱落严重，“单杂十号”仍未有明显的衰老和脱落，藻体较新鲜，附着物较少，这种现象在青岛地区是少见的。

为了重复上述实验，1983—1984年度我们在室内扩大了“单杂十号”的育苗量，在青岛太平角分苗800绳（合2亩），重点以“860”品种为对照进行比较实验。同时移植部分，小苗在荣成县水产养殖场(俚岛湾)以另外三个生产品种为对照进行试养，结果见

表3和表4。

表3 1984年收获时“单杂十号”的主要经济性状

（1984年6月30日于青岛）

项目 / 名称	棵数	叶长（厘米）$\bar{x}\pm s$	叶宽（厘米）$\bar{x}\pm s$	叶厚（毫米）$\bar{x}\pm s$	总鲜重（斤）	总干重（斤）	平均棵干重（斤）	鲜干比
“单杂十号”	45	315.11 ±47.63	28.24 ±3.50	1.86 ±0.16	69.0	11.7	0.26	5.9:1
对照品种	45	270.11 ±37.33	28.51 ±4.08	1.69 ±0.18	61.4	10.2	0.23	6.0:1

注：测叶厚一项是在每棵海带离基部1米处的中带部打10孔平均数。

表4 “单杂十号”在荣成俚岛湾试养情况（厘米）

（1984年6月29日）

项目 / 品种	棵数	叶长（厘米）	叶宽	鲜重（斤）	干重（斤）	平均棵干重（斤）
“单杂十号”	38	341.0	29.3	97	16.17	0.425
R_1	34	350.0	30.8	60	10.0	0.294
H_1	35	296.5	31.5	65	10.83	0.309
“860”	35	310.6	26.0	60	10.0	0.286

注：“单杂十号”小苗移去的时间较晚，分苗期比其他对照品种晚19天。

从统计分析知道，叶长和叶厚的差异都是显著的。叶长，$t=4.9$。叶厚：$t=4.7$。

表3和表4可以看出，“单杂十号”表现较好，凡项主要经济指标，均好于对照品种。根据荣成试养情况，该场反映“单杂十号”较突出的特点是后期抗烂，产量较高。有经验的养殖者认为，

海带分苗的早晚对产量有影响，分苗如晚半个月以上时，对产量的影响较大。而“单杂十号”尽管比其他生产品种分苗推迟了近20天，最后产量仍超过所有对照组品种。

连续2年的实验获得了一致的结果，这表明“单杂十号”具有明显的杂种优势。为此，1984年7月上旬，青岛市科委受山东省科委委托邀请有关科研、生产单位的专家和科技人员，在青岛召开了“海带杂种优势”技术鉴定会，与会人员到现场进行了考察测量，测试结果如表5。

表5　技术鉴定小组测试结果

（1984年7月5日于青岛）

品种＼项目	棵数	叶长（厘米）		叶宽（厘米）		平均叶厚(毫米)	重量		
		$\bar{x}\pm s$	t	$\bar{x}\pm s$	t	(离基部1米处)	总鲜重(斤)	平均棵鲜重(斤)	平均棵干重(斤)
860(对照)	33	252.64±41.62	5.5	24.97±4.65	2.7	1.8	31.60	0.958	0.160
“单杂十号”	48	303.78±40.47		27.36±3.53		2.25	72.50	1.51	0.252

注：1．测叶厚一项是在每棵海带离基部1米处打3孔，随机取10棵共30孔平均数。

2．该表数字由鉴定会技术鉴定小组测得。

测试结果说明，“单杂十号”的主要经济性状明显优于对照品种，经t测验差异是显著的。增产幅度也较大。

2．含碘量分析

1983年收获时，我们将“单杂十号”随机取样30棵，进行了含碘量分析。1984年生长后期又做了重复化验，结果见表6。

表6连续2年的化验结果表明，“单杂十号”海带的含碘量高于一般海带，达到高碘水平。

表6 “单杂十号”含碘量分析*（‰）

材料＼时间	1983.7.4	1984.6.2
“单杂十号”	7.73	8.20
一般海带	4—5	

* 上述化验由青岛市第二海水养殖场化验室测定。

讨　　论

（1）从过去，特别是从最近连续2年的海带杂交实验的结果看来，海带也象许多其他农业生物一样，具有可利用的杂种优势。

（2）海带雌雄单倍体克隆的出现有利于海带的杂交实验。一旦发现可利用的杂种优势，保存亲本比较简便。不象杂交水稻和杂交高粱那样需要三系配套，才能在生产上应用。

（3）让“单杂十号”自交，子二代产生复杂的分离现象（图版Ⅱ：5）。这说明了杂种优势只能应用F_1。同时也说明了单杂十号的基因型是高度杂合的。

（4）用不同地区的纯系亲本进行杂交，产生了明显的杂种优势，这可能是由于各等位基因得到适宜组合的结果。一般说来，双亲的遗传性差异越大，越容易产生杂种优势。可是这不是必然的。杂种优势的获得大部分取决于偶然。

（5）海带杂种优势“单杂十号”的出现，是海带单倍体在实践上的另一应用。这为海带育种工作开辟了一条新的途径。由于方法简便，纯系容易保存，利于推广，因此这项实验在理论和实践上都有重要的意义。

参 考 文 献

[1] Mangelsdorf. P. C., 1951. Hybrid Corn, Its Genetic Basis and Its Significance in Haman Affairas, Genetics in the 50th Century, ed. by. L. C. Dunn the Mac. co., pp. 555—571.

[2] 方悴农、娄希祉、王时芬、朱英国,1982。我国杂交水稻研究的新进展。中国农业科学，1982年5月。

[3] Swa minathan, M. S., 1984. Rice Sci. Am 250 (1). 1963.

[4] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠，1962。海带"海青1号"的培育及其初步的遗传分析。植物学报，1962第三期。

[5] 方宗熙、戴继勋、崔竞进、欧毓麟，1978。海带雌性孢子体的首次记录。科学通报，1978年第一期。

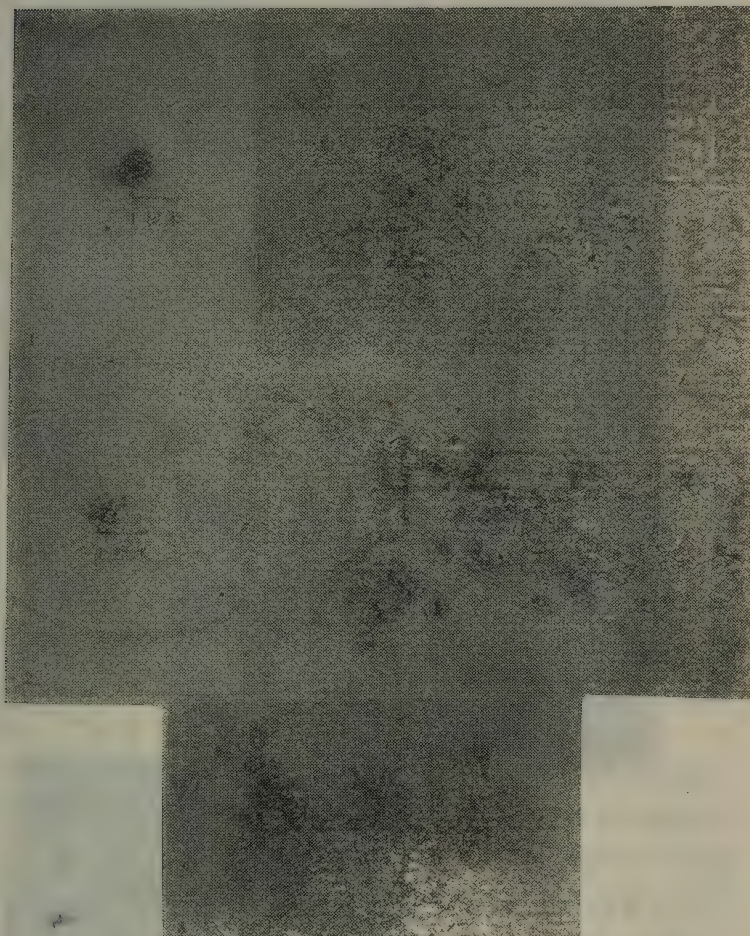
[6] 方宗熙、欧毓麟、崔竞进、戴继勋,1978。海带配子体无性生殖系培育成功。科学通报，1978年第二期。

[7] 方宗熙、崔竞进、欧毓麟、戴继勋，1979。海带杂种优势的初步实验、传学报，1979第一期。

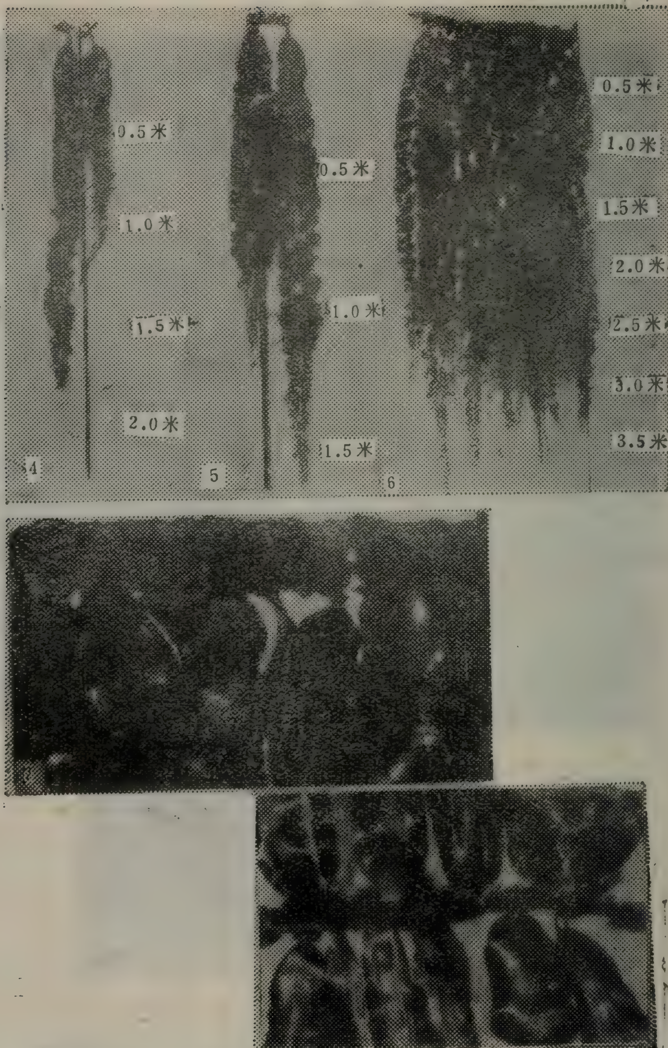
[8] 方宗熙、欧毓麟、崔竞进，1983。海带杂种优势的实验。海洋通报，1983年第六期。

本文合作者：欧毓麟　崔竞进

图版 I



1. FH_{10}克隆（右）配子体细胞；2 MHJ克隆（左）配子体细胞；
3. 杂交时的情形



1. FH_{10}孢子体；2. MHJ孢子体；3. F_1（即单杂十号）；
4. F_1的根系；5. F_2的分离情形

孟德尔遗传学与我国海藻的遗传研究

前　　言

孟德尔经过8年的豌谷杂交实验，在1866年所发表的遗传学论文奠定了现代遗传学的基础。这位现代遗传学奠基人的遗传学理论，从以后对科学发展的影响来看，不仅充实了达尔文进化论，而且推动了整个生物学的健康发展。

孟德尔对科学的贡献至少有两方面值得着重指出：一是他从可靠的实验结果，发现了偶然性(例如F_2出现的不定变异)的背后是规律性，例如分离规律和自由组合规律，由此提出了遗传单位(即以后所说的基因)的颗粒遗传学说。于是发展成为本世纪二十年代以基因学说为中心理论的细胞遗传学，即孟德尔遗传学。二是他采用的杂交实验方法和统计分析方法奠定了遗传学研究的基本方法，又促进了实验生物学的发展。

按照孟德尔遗传学，遗传物质主要在染色体上，它以遗传单位(基因)发生作用。基因一般有高度的稳定性，能精确地复制自己，又有可变性（突变），从而丰富了遗传内容；基因在体细胞里成双存在，在种质细胞（配子）里成单存在；基因的表达受周围条件的制约；表现型和基因型有原则性的区别；个体(表现型)是基因型（内因）和环境（外因）相互作用的产物；获得性不能直接遗传给后代等等。

大家知道，生统遗传学、种群遗传学、生化遗传学、分子遗传学、基因工程等都是孟德尔遗传学的发展。

孟德尔遗传学由于是对生命本质问题的探索，所用的方法有效，实验经得起重复，成为生气勃勃的生长点，发展迅速。它对农业生产和抗菌素生产也发生了巨大的推动，它在我国海藻遗传育种工作中也有指导意义。这包括我国遗传学工作者对海带和其它一些经济海藻的遗传学研究，例如对海带自然种群遗传性的估计、对海带配子体和幼孢子体反应规范的观察、辐射对海带配子体和幼孢子体生长发育的影响、海带新品种的培育、海带和裙带菜单倍体无性生殖系（克隆）的建立和利用，若干经济海藻如石莼、海带、裙带菜、紫菜等的组织培养、细胞培养和原生质体的制备等。这里只谈我国在海藻三个方面的遗传学研究，即海带的育种、海带单倍体的遗传研究和若干海藻的组织培养和细胞培养。这些工作都与孟德尔遗传学紧密相关。

孟德尔遗传学与海带育种

海带是我国大量养殖的经济海藻之一。养殖规模之大和养殖技术之趋于现代化已闻名于世。这是新中国建立以后才得到蓬勃发展的新兴事业。这方面的成就是与我国海藻工作者的系统研究分不开的[1]。

我国50年代所养殖的海带都是自然种群，是解放前从日本北海道介绍到大连的。当时，在海带中还没有品种。为了适应海带养殖在我国广大海域发展的需要，于50年代末期，中国科学院海洋研究所和山东海洋学院合作，在海洋研究所里成立了海藻遗传育种小组，开展了海带遗传育种的研究[2]。于是在60年代初期开始出现了几个海带品种和若干自交系[3]。这对促进海带养殖的现代化起了一定的作用。

怎样对海带进行育种工作呢？当时，我国生物学界还受着一个错误的遗传学说的影响。什么根本没有基因啦，什么动摇遗传性啦，什么同化外界条件啦等等谬论还有市场。我们在进行海带

育种工作中，则以孟德尔遗传学作为原理指导。首先，我们估计海带自然种群具有高度的杂种性[4]，可以直接选用表现型良好的个别孢子体作为育种的亲本，进行育种工作。方法是对所选出的海带，单棵采孢子，让所产生的卵子和精子进行自交。自交所产生的后代相当于 F_2，出现了广泛的分离现象。然后从 F_2 的多样性孢子体中挑选出各具特点的海带，再进行单棵海带采孢子，实行自交。我们就是采用连续自交和定向选择的方法，选育出长叶品种、宽叶品种、厚叶品种的。结合着育种工作，我们对海带的柄长、叶长、叶宽、叶厚等数量性状的变异，进行了遗传分析。阐明了这些性状受许多基因和许多外界条件的制约[5-6]。

随着海带品种的出现，海带育种的原理和方法也得到了普及[7-8]，于是在我国进行海带养殖和研究的一些单位，也相继进行了育种工作，选育出若干优良品种。高产高碘品种也出现了[9]。我国现在的海带养殖已经与50年代或60年代的情况大不相同了。今天各养殖场都广泛利用优良品种进行生产。

值得指出，在世界各国的海藻养殖中，第一次进行比较系统的遗传育种工作的是在我国，是我国科学工作者结合海带养殖的需要进行的。这是孟德尔遗传学原理在海带和其它海藻遗传研究中的应用。

孟德尔遗传学与海带单倍体的遗传研究

按照孟德尔遗传学，多细胞植物和动物经过减数分裂所产生的单倍体细胞，例如孢子，配子体、配子等，都应各含有自己所特有的基因型，因为亲本是杂种。单倍体细胞的染色体如果加倍为二倍体的个体，这就是纯种。因此，单倍体在育种上有其价值。在高等植物中，应用单倍体细胞的变异原理，出现了花粉培养工作，并在70年代取得了一些可喜的成果。

如何利用海带单倍体遗传差异的特点，我们在60年代就有所

考虑。由于海带配子体很小，而且雌雄混杂在一起，对分离单个配子体有一定的困难。当时我们试用一些化学品如维生素C处理海带配子体，看到这些外界因子可以促进细胞分裂，抑制成熟[10]。于是从1973年起，就常用维生素C处理来帮助配子体的分离工作。从此得到了分离配子体的一些经验。以后又改进了分离的技术。

分离配子体和培养单个配子体的步骤大致如下：选用性状优良的成熟杂种海带作为亲本，采集孢子，由此得到了许许多多雌配子体和雄配子体。用含有一定浓度的维生素C的培养液来培养配子体，抑制了配子体的发育，促进了生长。然后对配子体进行单个分离。分离使用拉细了的滴管进行。每一个培养皿只培养一个配子体，雌的或雄的。雌雄配子体在彼此隔离的条件下能进行细胞分裂，产品出许多细胞，成为克隆。每一个克隆来自一个个体或一个细胞。在适宜条件下，克隆长成若干球状体或簇状体。每一个克隆经常含有数以百万计的细胞。这些细胞都能保持原来的性别和基因型。因此这是基因型高度稳定的材料。通过系统的观察，这些单倍体克隆在发育中有以下的特点[11]：

（1）雌性克隆的细胞或隔离条件下的个别雌配子体能进行孤雌生殖，长成孢子体。大部分孢子体是畸形的，有一部分是正常的[12]。这些正常的孢子体培养在海里，能按时成熟，产生出大量正常的孢子。这些孢子都萌发成雌配子体。这些雌配子体又能通过孤雌生殖，长出孢子体。这表明雌性个体能够自己完成生活史。这是海带雌性生活史的发现。（裙带菜也有相同的雌性生活史，也是在我们实验室里发现的）。

（2）这个发现意味着原来雌雄同体的海带孢子体，可以在人的干预下，分为雌雄异体的孢子体。

（3）这个发现还意味着海带的性别有其遗传基础很可能是性染色体。早在60年代，英国藻类学者Evans曾在欧洲产的某些海带物种（*Lamineria digitata*、*L.saccherina*）的雌配子体中看

到一个特别大的染色体，猜测它可能是X染色体，但他未能证明它[13]。我们在海带中发现了雌性孢子体，论证了性别的遗传基础，可是并没有在雌配子体中看到一个特别大的染色体[14]。顺便提起，在雌雄同体的生物中一般不具有性染色体，也不分化成雌雄异体的个体。海带这类海藻的情况可说是例外。

（4）这个发现还意味着雌配子体由孤雌生殖长成雌孢子体中，必然发生染色体数目的自然加倍，由单倍体（n=22）转化为二倍体（n=44），使减数分裂得以正常进行。细胞学观察表明，染色体自然加倍的过程大概发生在幼孢子体时期[12]。

（5）这个发现还意味着能否进行孤雌生殖，有相应的遗传基础决定。这因为在原先分离培养的雌配子体中，只有一部分能顺利地进行孤雌生殖，而由雌性孢子体所产生的雌配子体，则几乎全部能进行孤雌生殖。这显然不是偶然的差异。

（6）雄配子体则由无配子生殖（apogamy）长出孢子体。这些"雄性"的孢子体更多是畸形的。其中也有少数是正常的。这些正常的"雄性"孢子体也能在海里生长，可是始终不能成熟，它们没有后代。（裙带菜的情况也如此）。这些雄性孢子体所以不育，可能由于它们的性染色体是YY，也可能是"雄性"孢子体仍保持着单倍体。究竟如何，尚在探索中。

上述情况，特别是雌雄同体的孢子体，可以分化出雌雄异体的孢子体和染色体组在孤雌生殖中出现高度的自然加倍，在植物中是少见的。在雌雄同体的高等植物，例如小麦和水稻中，由花粉培养或由孤雌生殖所产生的孢子体仍然是雌雄同体，而在这些植物中染色体的加倍，往往需要某些药品例如秋水仙素的帮助。

海带单倍体在育种中很有价值[15]。我们曾从一个雌性克隆里得到一个突变型。这雌性孢子体的叶片表面比较粗糙，那里有无数小突起，呈隐性遗传。在褐藻中这是所知道的第一个质量性状[16]。显然，海带的单倍体也是研究突变的好材料。

海带单倍体可以用做育种材料。我们有一个雌性克隆所产生

的纯系雌性孢子体，具有优良的经济性状，如个体大、叶片韧性好，成熟适宜，主要的缺点是叶片稍薄一点。我们用一棵厚叶的海带所产生的精子与它所产生的卵子杂交，经过定向选择和自交，纠正了它的缺点，得到了“单海一号”新品种，正在推广养殖[17]。

海带单倍体可以用来研究杂种优势。我们以青岛培养的一个雌性克隆与从日本引进来的一个雄性克隆杂交，所产生的F_1，表现出旺盛的杂种优势：孢子体生长较快、个体很大、很健壮、产量较高、含碘量也较多，它们形态非常一致，是典型的F_1[18]。另一方面，我们也注意到不是任何杂交组合都能产生杂种优势，也不是任何自交都是有害的。是否有利或有害，并不取决于自交本身，而取决于遗传内容[19]。这与孟德尔遗传学的原理一致。

孟德尔遗传学与海藻的组织培养和细胞培养

这里所讲的组织培养是指从大型海藻切下整块组织进行培养，而细胞培养则是从大型海藻取下个别细胞进行培养。这些培养一般都需要特定的培养基。

按照孟德尔遗传学，单倍体细胞也好，二倍体细胞也好，它们在遗传内容上一般都含有发育成完整个体的可能性。海带单倍体细胞之所以能长成孢子体，就是由于它们含有全部遗传信息。胡萝卜韧皮部细胞（二倍体）经过培养也能长成完整的植株[20]。这方面的工作已在实践上得到了应用。

我们以石莼海带和裙带菜的孢子体的不同部分取下整块组织进行培养，得到了完整的植株[21-23]。这情形与日本N.Saga等[24]在海带的组织培养中和加拿大陈钦明等[25]在角义藻的组织培养中所取得的成绩相似。

对大型海藻的细胞培养，我们是采用酶法进行的[22]。我们用酶法曾制备出石莼、海带、裙带菜和紫菜等的原生质体[21-23]。这些原生质体在培养中能长成细胞，并进行细胞分裂，甚至能长成克隆。这些细胞或克隆有广泛的用途，比方说可以用来保存优良品种和杂种优势，可以对养殖技术进行一些革新。例如，紫菜的生活史相当复杂，在养殖中如果在其生活史的某一阶段出现问题，就可能给养殖带来困难。现在用细胞培养方法，可以从紫菜的叶状体分离出许多细胞，经过细胞培养，这些细胞会直接长成叶状体。这样，就可以避免紫菜的复杂生活史了[26]。海带和裙带菜的养殖，从原则上讲，都可以采用相似方法。我们已在试验中。

小　　结

现在遗传学对农业、工业、医学、优生学的巨大贡献已是熟知的事。饮水思源，不能忘记孟德尔。我国在海藻遗传育种工作中所取得的一些成绩也要归功于孟德尔遗传学。

当然，由孟德尔所奠下基础的现代遗传学也象其他科学一样，在发展中。现代遗传学的成就已使人们从必然王国进入自由王国，成为改造自然的强有力的工具。

我们现在纪念孟德尔，不仅要纪念他创立了一门新学科，建立了经得起考验的科研方法，而且还要纪念他的治学精神，他为人谦虚朴实、头脑冷静、实事求是。他在总结自己的实验结果中所提出的遗传规律，无意中充实了自然辩证法。这些遗传学规律虽然与基督教的教义不一致，但是他象哥白尼那样，忠于科学，勇敢地发表了科学论文。这种忠于科学的创新精神，是值得我们学习的。我们要学习他尊重知识、尊重事实、尊科学的精神，积极在我国普及和发展遗传学，为早日实现我们社会主义祖国的现代化而努力。

参 考 文 献

[1] 曾呈奎、吴超元主编，1962。海带养殖学。科学出版社。

[2] Fang. T. C.(方宗熙), 1983. A summary of the genetic studies of *Laminaria japonica* Proc. Joint China-U. S. Phycology Symposium. ed. by C. K. Tseng. Sci. Press Beizing.

[3] 方宗熙，吴超元，蒋本禹，李家俊，任国忠，1962。海带"海青一号"的培育及其初步的遗传分析，植物学报，10(3): 197—209.

[4] 方宗熙、蒋本禹，1962。海带自然种群的遗传性及其利用前途。山东海洋学院学报，(1): 1—5.

[5] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1962。海带柄长的遗传。植物学报，10 (4): 327—335.

[6] 张景镛、方宗熙，1980。海带叶片厚度遗传的初步研究。遗传学报，7 (3): 257—262.

[7] 方宗熙，1963。从海带的遗传育种工作谈育种的一般原理。山东海洋学院学报，(2), 109—119.

[8] 方宗熙、蒋本禹、李家俊，1965。海带遗传育种的研究。高等学校自然科学学报生物学版，(4): 392—400.

[9] 中国科学院海藻遗传育种组、青岛海洋水产研究所海藻养殖组，1976。高产高碘海带新品种的培育，中国科学，19 (2): 243—252.

[10] 方宗熙、江乃萼，1974。海带雌配子体对维生素丙的反应。植物学报，16 (4): 333—340.

[11] 方宗熙、戴继勋、欧毓麟、崔竞进、陈登勤，1978。海带单倍体的遗传实验。中国科学，3 (1): 226—232.

[12] 戴继勋、方宗熙，1976。海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报，3(1): 32—38。

[13] Evans L. V., 1963. A large chromosome in Laminariles nucleus *Nature* (198): 215.

[14] 戴继勋、方宗熙，1977。海带的染色体。遗传学报，4 (4): 325—329.

[15] 方宗熙、戴继勋，1980。海带单倍体的用途。遗传学报，7 (1)。

[16] 方宗熙、欧毓麟、崔竞进，1982。海带的一个自然突变型。海洋学报，4 (2): 201—206.

[17] 方宗熙、崔竞进、欧毓麟、戴继勋、王梅林，1983。海带"单海一号"的培育。山东海洋学院学报（在印刷中）。

[18] 方宗熙、欧毓麟、崔竞进，1983。海带杂种优势的实验。海洋通报（在印刷中）。

[19] 方宗熙、李家俊，1963。自交对海带雌配子体和幼孢子体的影响。海洋与湖沼，5 (4): 333—345.

[20] Steward, F. C., Mapes, M. O., Kent, A. E. and Hosten, R. D., 1964. Growth and development of cultured plant cells Science (143): 20—27.

[21] 张建中，1982。裙带菜组织和细胞培养。山东海洋学院学报，12(3):

29—38。

[22] 张大力，1983。两种绿藻（长石莼和袋礁膜）原生质体的制备，培养和融合的研究。山东海洋学院学报13(1)：57—65.

[23] 方宗熙、阎祚美、王宗成，1982。海带和裙带菜组织培养的初步观察。科学通报，(11)：690—691。

[24] Saga N. and Sakai Y., 1977. Studies on the mophogenesis of Laminariales plants 1. Regeneration of fragments from sporophytes of *Laminaria japonica Aresch. Bull. Jap. Soc. Phycol.* (25) suppl. 293—301.

[25] Chen L. C. -M （陈钦明） and Taylor, A. R. A., 1978. Medullary tissue culture of the red alga *Chondrus cripus Canadian J. Bot.* 56(7): 883—886。

[26] 唐延林、方宗熙，1982。用酶法分离紫菜营养细胞和原生质体获得成功。海洋通报(1)：4。

著 作 目 录

一、专著

1. 动物学，人民教育出版社，1952
2. 植物学，人民教育出版社，1952
3. 人体解剖生理学，人民教育出版社，1952
4. 达尔文主义基础，人民教育出版社，1952
5. 拉马克学说，科学出版社，1955
6. 达尔文学说，中国青年出版社，1956
7. 生物学引论，高等教育出版社，1958
8. 普通遗传学，科学出版社，1959 第一版；1984 第五版
9. 达尔文主义，高等教育出版社，1959 第一版；1961 第二版
10. 生命的进化——达尔文主义的补充与发展，山东人民出版社，1963：山东科技出版社，1982 新一版
11. 生命发展的辩证法，人民出版社，1976
12. 遗传与育种，科学出版社，1979
13. 遗传工程——定向改造生物的新科学，海洋出版社，1983

以上 11.12.13.三书均与江乃萼合写

二、翻译

1. 物种起源（达尔文著），三联书店，1955；商务印书馆，1963新版
2. 动物和植物在家养下的变异（达尔文著），科学出版社，1957；1973 第二版；1975 第三版

以上两书均与叶笃庄合译

3. 人和动物的细胞遗传学（A·麦克德莫特著），科学出版社，1981

本书与江乃萼合译

三、科普读物

1. 古猿怎样变成人，中国青年出版社，1952；1958 第二版；1965第三版；1977 第四版；1986 第五版

2. 达尔文学说，中国青年出版社，1956
3. 懂一点达尔文进化论，中国青年出版社，1956；1965第二版；1977第三版
4. 生物是怎样发展的，中国青年出版社，1956；1965第二版
5. 达尔文主义浅说，人民教育出版社，1958
6. 生物的进化，科学技术出版社，1959；1975第二版
7. 生物进化，科普出版社，1964
8. 生命进行曲，中国少年儿童出版社，1978；新疆人民出版社(维吾尔文)1980；民族出版社(西藏文)1982
9. 遗传工程浅说，山东科技出版社，1979
10. 懂一点遗传学，中国青年出版社，1980
11. 生物学基础知识，中国青年出版社，1981
12. 遗传工程，科学出版社，1984

以上8.9.10.11.四书均与江乃萼合写

四、论文

1. 关于达尔文学说是否承认质变的问题。生物学通报，1955年8：61—64。
2. 达尔文主义在生物科学中的位置。生物学通报，1955年12月号：6—9。
3. 拉马克——进化论的先驱者。
4. 生物在矛盾中不断进化。文汇报。
5. 论拉马克学说。山东大学学报，总三期：95—111。
6. 关于物种和物种形成的问题。山东大学学报，第五期：46—77。
7. 关于进化动力问题。山东大学学报，1956年，2(4)：33—47。
8. 孟德尔摩尔根主义与达尔文主义。生物学通报，1957年4月号。
9. 关于萝蔔和玉米的种内关系。山东大学学报，1958年1期：222—234。
10. 论获得性的遗传及其在生物进化中的意义——纪念达尔文诞生150周年。《物种起源》出版100周年。山东大学学报，1959年2：61—71。
11. 达尔文和他的“物种起源”。人民日报，1959年12月。

12. 生物学上资产阶级学术观点批判。山东海洋学院学报，1960年，1:6—14。
13. X射线提高玉米和蓖麻的产量——三结合的实验。
14. X射线对大白菜和花心菜幼期发育的影响。山东海洋学院学报，1961年，1:23—24。

合作者：郑莹芳

15. 生物在矛盾中不断进化。文汇报
16. 论基因概念——批判地接受摩尔根基因学说。光明日报，1961年4月。
17. X射线对海带幼体的影响。科学通报，1961年8月:40—43。

合作者：吴超元、蒋本禹

18. 海带自然种群的遗传性及其利用前途。山东海洋学院学报，1962年1:1—5。

合作者：蒋本禹

19. X射线对海带幼孢子体的影响。山东海洋学院学报，1962年1:14—19。

合作者：蒋本禹

20. 海带雌配子体对X射线的敏感性和30天半致死量的测定。山东海洋学院学报1962年1:6—13。

合作者：吴超元、蒋本禹

21. 细胞遗传学关于变异的理论。生物学通报，1962年1期:33—37。
22. 谈谈放射遗传学。生物学通报，1962年3期。
23. 试论魏斯曼的种质学说。山东海洋学院学报，1962年1:122—135。
24. 海带“海青一号”配子体和幼孢子体对高温的适应力。海洋与湖沼，1962年4(1—2):29—37。

合作者：吴超元、李家俊

25. 海带柄长的遗传。植物学报，1962年10(4):327—335。

合作者：蒋本禹、李家俊

26. 海带“海青一号”的培育及其初步的遗传分析。植物学报，1962年10(3):197—209。

合作者：吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠

27. 紫外线对海带雌配子体的影响。山东海洋学院学报，1962 年 1:20—23。

合作者：蒋本禹

28. 海带雌配子体在不同发育时期对高温的适应力。山东海洋学院学报，1963年1:51—56。

合作者：李家俊

29. 海带雌配子体对温度的反应规范。山东海洋学院学报，1963 年 1:57:67。

合作者：李家俊

30. 密植对海带柄长影响的初步观察。山东海洋学院学报，1963年1:68—74。

合作者：蒋本禹

31. 从海带的遗传育种工作谈育种的一般原理。山东海洋学院学报，1963年2:109—119。

32. 海带叶片长度的遗传。海洋与湖沼，1963年5(2):172—182。

合作者：蒋本禹

33. 自交对海带雌配子体和幼孢子体的影响。海洋与湖沼，1963 年 5(4):333—345。

合作者：李家俊

34. 低制量X射线对海带配子体的刺激效应。海洋科学集刊，1963 年 3:70—76。

合作者：李家俊、蒋本禹

35. 海带配子体对 $Co^{60}\gamma$射线的放射敏感性及其遗传差异。海洋科学集刊，1963年3:62—69。

合作者：李家俊、江汉泽

36. $Co^{60}\gamma$ 射线对海带幼孢子体的影响。海洋科学集刊，1964 年 6:27—32。

合作者：李家俊、陈登勤

37. 海带叶片长度遗传的进一步研究。海洋与湖沼，1965年7(1):59—66。

合作者：蒋本禹、李家俊

38. 温度和遗传对海带雌配子体细胞数目和成熟速度的影响。海洋与湖沼，1965年7(4):385—395。

合作者：李家俊

39. 海带遗传和育种的研究。高等学校自然科学学报·生物学版，1965年4:392—400。

合作者：蒋本禹、李家俊

40. 海带长叶品种的培育。海洋与湖沼，1966年8(1):43—50。

合作者：蒋本禹、李家俊

41. 海带变异的初步分析。遗传学通讯，1973年4:27--30。

42. 进化论与特创论的斗争。化石，1973年2期：3—5。

43. 海带雌配子体对维生素C的反应。植物学报，1974年16(4):333—341。

合作者：江乃萼

44. 我国古代关于遗传育种的一些知识。科技史文集，第四辑，生物学专辑，1974年。上海科学技术出版社出版。

合作者：江乃萼

45. 《矛盾论》对遗传学工作者的指导意义。遗传学报，1974年1(1)。

46. 海带孤雌生殖的初步观察。遗传学报，1976年3(1)32—38。

合作者：戴继勋

47. 略谈生命的属性——一评莫诺的《偶然性与必然性》。遗传学报，1976年3(2):100—109。

合作者：江乃萼

48. 突变的必然性与偶然性——二评莫诺的《偶然性与必然性》。遗传学报，1977年4(1):12—21。

合作者：江乃萼

49. 海带的染色体。遗传学报，1977年4(4)。

合作者：戴继勋

50. 生物进化的性质——三评莫诺的《偶然性与必须性》。遗传学报，1978年5(1):67—68。

合作者：江乃萼

51. 海带雌性孢子体的首次记录。科学通报，1978年1:43—44。

合作者：戴继勋、崔竞进、欧毓麟

52. 海带配子体无性生殖系培育成功。科学通报，1978年2:115—116。

合作者：欧毓麟、崔竞进、戴继勋

53. 海带单倍体遗传育种的实验。中国科学，1978年2:226—231。

合作者：欧毓麟、崔竞进、戴继勋、陈登勤

54. 海带不同基因型的雌配子体对钼的反应。山东海洋学院学报，1979年1:。

合作者：陈登勤、张学诚

55. 海带雌配子体对连续光照的反应。山东海洋学院学报，1979年1:1—4。

合作者：欧毓麟、崔竞进

56. 海带雌配子体和幼雌孢子体的细胞分裂。山东海洋学院学报，1979年1:。

合作者：戴继勋

57. 海带杂种优势的初步实验。遗传学报，1979年6(1)。

合作者：崔竞进、欧毓麟、戴继勋

58. 裙带菜的孤雌生殖及其后代的遗传特点。海洋学报，1979年1(1)。

合作者：戴继勋、陈登勤

59. 生物遗传的改造与社会的进步。遗传，1979年1(5):1—3。

60. 略谈优生学。遗传，1980年2(3)。

61. 资产阶级优生学批判。新建设。

62. 单倍体在海带遗传研究中的应用。遗传学报，1980年7(1):19—25。

合作者：戴继勋

63. 海带叶片厚度遗传的初步研究。遗传学报，1980年7(3):257—262。

合作者：张景镛

64. 海带雌配子体对吲哚乙酸反应的初步观察。山东海洋学院学报，1980年10(3):86—90。

合作者：陈维胜

65. 硼对海带雌配子体生长的影响。山东海洋学院学报，1980年10

(4):70—73。

合作者：江乃萼、阎祚美

66. 无机氮和磷对海带配子体生长发育的影响。山东海洋学院学报，1980年10(4):74—77。

合作者：王宗诚

67. 纯系雌性海带遗传性状的初步观察。山东水产学会会刊，1980年3：133。

合作者：崔竞进、欧毓麟

68. 铜对海带雌配子体和幼孢子体生长发育的影响。山东海洋学院学报，1981年11(1):53—60。

合作者：王清印

69. 4-碘苯氧乙酸影响海带配子体和幼孢子体生长发育的研究。山东海洋学院学报，1981年3(4):610—615。

合作者：陈家鑫、缪国荣

70. 量变和质变在生物进化中的辩证关系。中国自然辩证法研究会成立大会暨首届年会学术论文，1981年1—7。

71. 海带雌配子体对碘的反应。山东海洋学院学报，1981年11(2)。

合作者：阎祚美、江乃萼

72. 中美合作研究用植物细胞微核监测环境污染物的报告。山东海洋学院学报，1981年11(2):1—11。

73. 用紫露草微核技术监测海水污染的初步研究，山东海洋学院学报，1981年11(2)。

合作者：陈登勤

74. 山东紫露草对诱变剂的过敏性。山东海洋学院学报，1981年11(4)。

合作者：马德修、周汝伦、侯家龙、陈登勤、戴继勋、林光恒、李　计

75. 应用微核技术监测海水诱变剂的初步实验。山东海洋学院学报，1981年11(2)。

合作者：马德修、林光恒、侯家龙、戴继勋、周汝伦、陈登勤、欧毓麟、崔竞进、王梅林

76. 达尔文学说与现代进化论。植物，1982年2期。

合作者：江乃萼

77. 两种大米草的染色体数目。山东海洋学院学报，1982年12(1)。

合作者：侯家龙、周汝伦、戴继勋

78. 用紫露草微核技术对青岛某工业区空气和污水及常用农药敌敌畏(DDV)的生物测定。山东海洋学院学报，1982年12(2)。

合作者：马德修、戴继勋、侯家龙、陈登勤、周汝伦、林光恒

79. 用酶法分离紫菜营养细胞和原生质体获得成功。海洋通报，1982年5:94—96。

合作者：唐延林

80. 过氧化物酶同功酶在海带和裙带菜各部分分布的初步分析。山东海洋学院学报，1982年12(2):47—50。

合作者：唐延林

81. 海带雌配子体对X射线的反应。山东海洋学院学报，1982年12(3):37—42。

合作者：江乃萼、阎祚美

82. 海带和裙带菜组织培养的初步观察。科学通报，1982年11:690—691。

合作者：阎祚美、王宗诚

83. 海带的一个自然突变型。海洋学报，1982年4(2):201(208)。

合作者：欧毓麟、崔竞进

84. 大槻洋四郎对我国海带早期养殖的贡献。山东海洋学院学报，1982年12(3):97—98。

85. 进化论的流派。进化论选集——纪念达尔文逝世100周年学术讨论会论文选编，1983年26—33。

86. 细胞质的变异和遗传。生物学通报，1983年4:26。

87. 耐盐水稻品种选育初报。中国农业科学，1983年5期。

合作者：周汝伦、侯家龙、王明珍、宋景芝、刘惠令

88. 海带杂种优势的实验。海洋通报，1983年2(6):57—61。

合作者：欧毓麟、崔竞进

89. 我国海带的遗传学研究。海洋学报，1983年5(4):500—506。
90. 海带“单海一号”新品种的选育——用海带单倍体材料培育新品种。山东海洋学院学报，1983年13(4):63—70。
合作者：崔竞进、欧毓麟、戴继勋、王梅林、刘启顺、杨清明
91. 变异与进化。生物学通报，1984年第二期：1—3。
92. 物种的起源。生物学通报，1984年第三期：19—21。
93. 用紫露草微核技术探测铬的诱变作用和半胱氨酸的抑制效应。山东海洋学院学报，1984年14(1)。
合作者：张学诚、戴继勋
94. 青岛几个工人废水污染监测的COD指标与紫露草微核率的比较实验。中国环境科学，1984年4(2):50—52。
合作者：陈登勤、侯家龙、项东
95. 室外和冬季温室内紫露草微核率变化情况的观测。山东海洋学院学报，1984年14(2):53—56。
合作者：侯家龙
96. 温度急剧变化对紫露草微核的诱发作用。遗传，1984年6(6):15—17。
合作者：侯家龙
97. 海洋污染监测的生物学方法。山东海洋学院学报，1984年。
合作者：陈登勤
98. 海带“激素”对海带雌配子体发育的影响。海洋湖沼通报，1984年1:51—56。
合作者：赵学武、欧毓麟、王作芸、崔竞进
99. 海洋生物资源的开发前景。近代海洋科学进展论文集，1984年121—123。
100. 单倍体在海带和裙带菜遗传研究中的应用。山东海洋学院学报，1984年。
101. 二十五年来的海藻遗传学研究。山东海洋学院学报，1984年14(1)。
合作者：戴继勋

102. 裙带菜若干纯系雌性孢子体的观察。海洋通报，1984 年 3(2): 103—105。

合作者：戴继勋、王梅林

103. 紫露草微核技术在低温季节的应用。中国环境科学，1985 年5 (4):8—10。

合作者：侯家龙、王文忠

104. 海带杂种优势的研究和利用——“单杂十号”的培育。山东海洋学院学报，1985年15(1):64—72。

合作者：欧毓麟、崔竞进

105. 海带单倍体遗传稳定性的初步实验。山东海洋学院学报，1985 年15(2):42—45。

合作者：江乃萼

106. 现代进化论。生物学通报，1985年第四期：1—3。

107. 孟德尔遗传学与我国海藻的遗传研究。孟德尔逝世100周年纪念文集，1985年137—141。

收到期 93.6
来 源 西单新
书 价 12.00
单据号 0020677
[illegible] 1993.6.4.

中科院植物所图书馆
S0011928

26078 58.419
119
方字熙文集 1993

借者单位	借者姓名	借出日期	还书日期

58.419
119

注 意

1 借书到期请即送还。
2 请勿在书上批改圈点，折角。
3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

26078

京卡 0701